日本水産学会誌

第二十三巻　第七・八号

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 23, Nos. 7 & 8, 1957

MAR 1958
LIBRARY
POFI
FISH & WILDLIFE
SERVICE

昭和32年度

年　会　記　念　号

目　　次

（裏面え続く）

昭和三十二年

日　本　水　産　学　会

The Japanese Society of Scientific Fisheries

TOKYO

CONTENTS

All communications and publications should be addressed to :
Japanese Society of Scientific Fisheries, c/o Tokyo University of Fisheries, Shiba-kaigandori 6-chome, Tokyo, Japan.

* In Japanese with synopsis in English

I bet you sooprize I write you rangridge?

公　　　告

昭和33年度日本水産学会年会についてのお知らせ

期　日　昭和 33 年 4 月上旬

会　場　東 京 水 産 大 学

研究発表申込メ切期日　昭和 33 年 2 月 15 日（土）

備　考　研究発表希望者は一題目毎に学会所定の原稿用紙（又は同型の良質紙）1枚に題名発表者氏名（講演者に○印をする，所属機関名，講演要旨（和文 200 字以内），所要時間（10分以内）および連絡先を記載し，下記宛申込下さい。

東京都港区芝海岸通6丁目

東京水産大学〔電話　(45) 9291～5〕

日本水産学会年会準備表委員長　久　保　伊　津　男

注　意

1. 〆切後の申込および取消は一切受付けません。
2. 1名にて講演しうる2題数は題以内。
3. 講演申込多数の際は発表時間を短縮する事があります。
4. 会場，期日，講演様式等未確定につき何卒次号の告知を御覧下さい。

発　刊　の　辞

1932 年 2 月 27 日，東京市深川区越中島の水産講習所において呱々の声をあげた日本水産学会は本年をもつて満 25 年を迎えました。この間　幾多の紆余曲折を経ましたが当時の会員数 400 余名は今では 1300 名を越えるに至り，また会誌の発行も隔月より月刊となりました。さらに年会の研究発表数も第 1 回は僅か 50 に過ぎなかつたものが，今では 250 を越す盛況となり，日本水産学会誌の名は国内のみでなく広く諸外国にもよく知られるようになりました。このような状況のもとに昨年 4 月　25 周年記念大会を年会と併せて開催しましたが，いよいよ第 2.4 半世紀に一歩ふみ出すに当り編集者の間でこの際なんらかの記念を会誌に残したいという希望が生れてきました。

日本水産学会設立趣意書を読みかえしてみますと，全水産人の協力のもとに水産業の発展に寄与せんことを切望していますが，この考え方を新たにする意味からも本年の年会は各種水産団体の協力を仰ぎ，学会および業界の話し合いの場を設け，従来とは幾分違つた方式を試みました。またこの際の賛助金の一部をもつて記念号を刊行するのが最も適当であろうという結論に達し，ここに本号の刊行が計画されたのであります。幸いにして多数会員諸兄の賛同が得られ，多くの論文が寄せられて，ここに記念号が出来ましたことを衷心より感謝します。

昭和 32 年 11 月 25 日

昭和 32 年度年会委員長　川　田　三　郎

Study on the Fishing Capacities of Purse Seines—III. On the Difference between Cotton and Kyokurin Purse Seines

Yûnosuke ITAKA
(*Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Maizuru*)

The sardine and pilchard double purse seines, operating in the Sea of Hyûga, usually consists of either cotton or Kyokurin (a mixture of Saran and Nylon filament) cord. Since the Kyokurin cord differs from the cotton in their properties such as specific gravity and hydrodynamic resistance, the configurations of both the nets in the course of fishing operation may not be the same. Therefore, if the configuration of net is one of factors indicating their fishing ability, both the nets would differ in the relative catching capacity. In the present paper, the author wishes to determine the difference between the catching capacities of these two nets. This attempt was conducted based on the daily catches of purse seiners.

Method of Analysis

In this study, similarly as in the previous paper[1], account was taken of the variations of the catches between successive hauls. These variations were sub-divided into that due to the difference between the different nets, that due to such systematic factors as day, and that due to the random uncontrollable factors such as changes in shoal density, etc. Thus, the variability due to the difference between nets was tested for significance against that due to the random factors. For this technique to be valid, however, it is necessary that the data should be approximately "normal" and the variance should be the same for all groups. As it has been considered that the frequency distribution of daily catches by a purse seine is approximately the logarithmic normal[2], the logarithms for daily catches were used in the present analysis. Besides, in order to this method may be used, no data should be missing. In the case where some boats did not operate the fishing by accident, their missing cathes at the day should be estimated by any valid manner. In the present paper the estimations of these missing data were made from the remaining data as given later (Appendix). The estimated values were treated in this analysis as actually given values, but one "degree of freedom" was lost from the estimation of the "error" component of variability for each estimated value.

The comparision between two kinds of nets was made among 13 purse seiners, out of them 6 seiners used cotton net, in the 1956-season. The cotton net was operated by the Kadogawa fishermen, while the Kyokurin net by the Simanoura fishermen. For this treatment to be valid, therefore, the technical difference between the Kadogawa and the Sim

Received Aug. 13, 1957

noura fishermen should be determined in advance. As, in the 1954-season, the cotton nets of nearly the same dimensions and the same construction had been used by the Kadogawa and the Simanoura fishermen, the estimation of the technical difference between them was made based on these data.

Description of the Purse Seines Used

The dimensions of the main components of the nets used by the boats were as follows :-

	Cotton Net Used by Simanoura Boats	Cotton Net Used by Kadogawa Boats	Kyokurin Net Used by Simanoura Boats
ength of Cork Line	194.4 fathoms	196.4 fathoms	207.8 fathoms
ength of Lead Line	209.4 〃	211.5 〃	223.8 〃
tretched Depth of Fish Bag	96 〃	78 〃	100 〃
tretched Depth of Wing	79 〃	58 〃	75 〃
wine Number of Main Webbing	4	4	4
lesh Size of Main Webbing (in stretched measure)	1.8 cm	1.7 cm	1.6 cm
pparent Weight of Sinkers in Fish Bag	24.7 kg per fathom	——	27.8 kg per fathom
pparent Weight of Sinkers in Wing	21.4 kg per fathom	20.2 kg per fathom	29.2 kg per fathom

Results

The completed analysis of variance of the 19 purse seiners' and the 13 seiners' daily atches in the 1954-and 1956-season, having the sums of squares, the numbers of degrees f freedom, the unbiased variance and the ratio of variance, are given in Table 1. Also icluded are the results of significance tests carried out on the comparision between the atches of purse seiners. Two notations are used, representing different levels of significance :**, which shows significance at the 1 % probability level and N.S., which indicates at there is no significant difference at 5 % level.

Table 1. Analysis of Variance of Log Catches of Fish.

	Sourse of Variation	The 1954-season				The 1956-season			
		S.S.	D.F.	U.V.	R.V.	S.S.	D.F.	U.V.	R.V.
Simanoura	Boats	5.20	10	0.52	4.0**	0.99	6	0.17	1.3$^{N.S.}$
	Days	31.40	31	1.01	7.8**	3.23	15	0.22	1.7$^{N.S.}$
	Error	32.94	253	0.13		9.89	77	0.13	
	Total	69.54	294			14.11	98		
Kadogawa	Boats	6.96	7	0.99	6.2**	1.60	5	0.32	2.1$^{N.S.}$
	Days	22.90	31	0.74	4.6**	6.50	15	0.43	2.9**
	Error	26.76	169	0.16		8.43	57	0.15	
	Total	56.62	207			16.53	77		
All	Boats	13.00	18	0.72	5.1**	8.26	12	0.69	4.6**
	Days	49.49	31	1.59	11.4**	5.59	15	0.37	2.5**
	Error	64.52	453	0.14		22.46	149	0.15	
	Total	127.01	502			36.31	176		

In the 1954-season all boats used the cotton nets, while in the 1956-season the Simanoura boats ed by the Kyokurin nets and the Kadogawa boats by the cotton nets.

Table 2. Mean Log Catches of Fish with the 95 % Confidence Limits.

Fishing Season	Groups of Boats	
	Simanoura	Kadogawa
1954 year	1.94 ± 0.05	1.86 ± 0.07
1956 〃	1.99 ± 0.06	1.65 ± 0.10

Although this analysis demonstrate that the efficiences of the nets differed, it gives n indication of which net was the more efficient sampling unit. This may be gauged fron a comparision of the mean logarithms of the catches, which, together with the 95 % confidence limits, are given in Table 2. The confidence limits represent the range withi which the true value will lie with 95 %certainty. The comparisions of the difference between the mean catches by the two groups of nets were carried out using the "Studen t-test". It will be seen from these table that the technical difference between the Kadogaw and the Simanoura fishermen is not significant, and that the difference between the cotto and the Kyokurin net is signifi-cant remarkably. The results obtained in the preser attempt may suggest that the Kyokurin net is more efficient than the cotton net in th fishing capacities, and that by using a Kyokurin net, the mean catches would increas markedly than when a cotton net is used.

Appendix

In the case where some boats operated for some days in the same fishing ground, Dr TAUTI determined their relative catching capacities by the index basing on their dai catches:[3] Assign the number 1, 2, ……, j, ……, b to these boats and 1, 2, ……, i, ……, a the fishing days. Let x_{ij} be the catches of the j-th boat at the i-th day. Denote $\overline{x_{i.}}$ the mean catches at the i-th day. The TAUTI's relative ability-index of the j-th boa $T_{.}$, is calculated as follows :-

$$T_{.j}=\frac{\sum_{i=1}^{a} x_{ij}\times \overline{x_{i\cdot}}}{\sum_{i=1}^{a} \overline{x_i}^2{}_{i.}}$$

In the present paper, the missing data of the j-th boat at the i-th day, Dij, was es mated as follows:-

$$D_{ij}=T_{.j}\times \overline{x}_{i.}$$

This may not be the such rigorous estimation as to reduces the "error" variability to minimum. There is a statistical method which gives to missing data its expected valu thereby reducing the "error" sums of squares in the analysis of variance to a minimum However, this method could not be used in the present paper, because of its enormo labour of calculation.

The author wishes to express his gratitude to Prof. T. KAWAAMI for his guidar and revisions, and also to Dr. M. TAUTI for his encouragement during this study. T expenses for executing this study were partly defrayed by the Asahi Kasei Kôgyô C LTD.

Reference

1),2) IITAKA, Y.; Study on the fishing capacities of purse seines—II, I, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 23 (1), 1957, 22 (8), 1956.

3) TAUTI, M.; Theory on the estimation of fishing capacities of gears, The mimeographed copy, Kyoto University, 1955 (in Japanese).

4) B.B. PARRISH; Fishing capacities of Lowestoft and Aberdeen trawls when used on flat-fish grounds, Jour. Du Cons., 17 (2), 1951.

アサリを主とする海産二枚貝の濾水・摂餌に及ぼす濁りの影響

千葉健治・大島泰雄
(東京大学農学部)

Effect of suspending particles on the pumping and feeding of marine bivalves, especially of Japanese neck-clam

Kenji CHIBA and Yasuo OHSHIMA

In natural condition of sea water there are many grades of turbidity originated from varied kinds of particles, and it is important to know the effect of suspending particles on the living processes of bivalves in our technique of shell culture. Some experiments were carried out to test the rate of pumping and feeding of bivalves (*Venerupis semidecussata*, *Mercenaria meretrix*, *Ostrea gigas* and *Mytilus edulis*) by means of high concentration of particles.

The rate of pumping was measured by using the formula of Jørgensen and that of feeding by weighing the dried feces excreted by the bivalves after an hour leaving in the sea water to which bentonite had been added.

The results are summarised as follows:

(1) In each species of organisms tested the rate of pumping was not reduced due to the high concentration of bentonite.

(2) In *V. semidecussata* the amount of feeding increased with the growing concentration of the particles up to the time when pseudo-feces were discharged, and the pseudo-feces increased further, whereas the true feces did not increase in the higher concentrations. Nearly same tendency of feeding was observed in *M. meretrix*.

(3) It was found in *O. gigas* and *M. edulis* that the amount of feeding increased with the growing concentration of bentonite, but the rate of its increment grew smaller.

緒　　言

海産二枚貝の殆どすべてのものが海水中の浮游懸濁粒子を鰓により濾別して摂餌を行つている。そこで海水中の浮游懸濁粒子の量・質がこれらの二枚貝の生活と密接に結び付いていることは容易に考えられるところである。天然でも外洋・内湾・河口・強風後・洪水後・赤潮・或種の工業廃水等様々の物質によるいろいろな段階の濁りが観察される。そこで種々の浮游懸濁粒子の質・量が二枚貝に及ぼす影響を知ることは貝類増殖の上に重要と考えられるので，本研究ではアサリを主として用い，無機或は有機質の浮游懸濁粒子の濃度がその濾水速度・摂餌量にどのような影響を与えるかについて実験を行つた。

予　備　観　察

有機及無機質の固形粒子及び海産硅藻・淡水産緑藻を海水中に浮游懸濁させて濁水を作り，この中で貝の反応を観察した。これ等の単一粒子（10 ～20 mg/l）からなる濁水中に入れられると，貝は水管又は外套膜辺の触手を内側に倒し，時折擬糞を排出し，これに伴つて殻の開閉運動が盛んになるのがみられる。しかし，濾水は持続され濾水中止又は閉殻に至つた個体は非常に少なかつた。しかも個体差が甚しいために濁りによる殻の開閉運動及び閉殻する濃度を定量的にとらえることは出来なかつた。いずれの貝も例外なくこれ等の

1957年8月23日　受理

Table 1. Size of suspending particle.

Substance	Diameter μ mode	Diameter μ range	Number of particles in 10 mg	Shape of particle
bentonite	3～4	2～30	37×10^7	ball
talc	3～4	3～60	2×10^7	ball
shale	10	3～60	3.3×10^7	drop
diatomaceous earth	6～12	3～100	8.5×10^7	drop disc
kaolin	3～4	3～30	24×10^7	ball
charcoal powder	3～6	3～60	4×10^7	drop
Scenedesmus sp.	4×12		—	spindle
Thaassiosira sp.	20×30		—	disc
soluble starch	60	30～120	2×10^7	drop

Table 2. Pseudo-feces excreting concentration of different kind of particles.

Species	Pseudo-feces excreting concentration particles/cc: bentonite	*Thalassiosira* sp.	*Scenedesmus* sp.
Ostrea gigas	$2\sim4\times10^5$	7.2×10^3	40×10^3
Mercenaria meretrix lusoria	4×10^5	1.8×10^3	—
Cyclina sinensis	4×10^5	—	—
Venerupis semidecussata	4×10^5	$3.6\sim7.2\times10^3$	$27\sim40\times10^3$
Mactra veneriformis	4×10^5	—	—
Spisula sulcataria	4×10^5	1.8×10^3	
Macoma incongrua	$>24\times10^5$	—	—

Table 3. Rate of pumping in different bentonite concentration.

species	number of individuals	average shell length or hight mm	water temperature °C	chlorinity ‰	Rate of pumping L/hr. (bentonite concentration mg/L) 50	100	250	500	1000
O. gigas	8	90	19.0	18		0.81[1]	0.62	0.62[2]	0.42
	8	75	19.2	18	0.81		0.24	0.39	0.43
	8	80	15.0	18	0.44		0.44	0.38	0.35
	8	80	15.0	18	0.55[3]	0.59[4]			
M. edulis	15	34	19.0	18			0.33	0.15	0.23
	10	55	16.5	18	0.88		1.20	0.88[2]	0.85
	10	55	17.5	18	1.24	1.25	0.86	0.84	
M. meretrix	15	39	14.8	18	0.43	0.43			

1) 125 mg/*l* 2) 600 mg/*l* 3) 30 mg/*l* 4) 50 mg/*l*

粒子を濾別し，また明らかに摂餌して，体内に摂取されない部分は擬糞として殻外に排出した。アサリ等の二枚貝類は，懸濁粒子を有機・無機の別なく粒子径が適当であれば餌料同様摂取するものと考えられる。又 *Thalassiosira*・可溶性澱粉・タルク・ベントナイトのいずれか２種を混合して与えたどの場合にも，糞中にはこれ等の物質の混在するのが認められた。一方，擬糞の排出については浮游粒子の濃度が大であれば頻繁

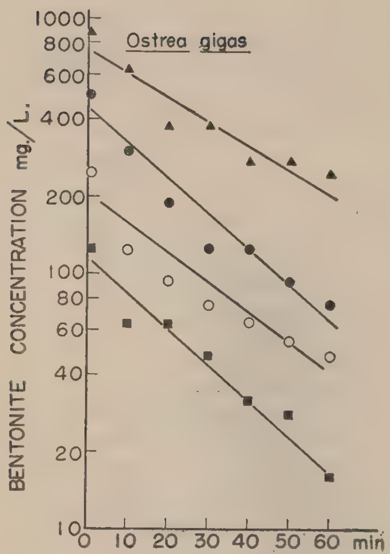


Fig. 1. Rate of removal of bentonite
Number of individuals: 8, sea water: 3.5L
shell hight: 90 mm, water temperature: 19°C

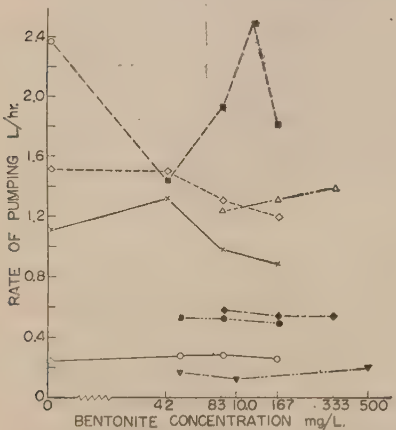


Fig. 2. The effect of bentonite concentration upon the rate of pumping of *V. semidecussata*.
shell length (mm.) and water temperature (C)
◇△ : 41, 22　×■ : 37, 22
◆●○ : 26, 22　▼ : 32, 13.5

に行われるが，濃度が小となるに従つて不明瞭となる。観察時間 30 分で各物質とも 10～20 mg/l の濃度までは擬糞の排出が明瞭であつた。しかし，その排出の回数・量からみて，この附近に擬糞形成の限界があると考えられる。

ベントナイトの各種濃度に於ける濾水速度・摂餌量の測定

1. 濾水速度の測定　濁りとしては便宜上ベントナイトを用い，濾水速度の測定にはアサリ等水管をもつものを対象とした。此のためにカキで Galtsoff[1]・Loosanoff & Engle[2] 等の行つた直接測定法はとり得ず，ベントナイト濃度の減少速度から Jørgensen[*3)] の式により間接的に濾水速度を算出した。この間接測定法では吸入される海水中の浮游粒子のどれだけが鰓により除去されるかが明かでなければ真の濾水速度は知り得ないが，ここでは全粒子が除去されるものとした。**

ベントナイト濃度の測定には一部はイトウ型フィルター式光電比色計(厚さ2cm の液槽，波長 530 mμ)，他はネスラー管による比濁を行つた。しかしいずれの場合にも 30mg/l 以下の濃度を測定することは困難であつた。実験材料にはアサリ（愛知県伊川津及東京都羽田地先，殼長 20～50mm）ハマグリ（東京都羽田地先，殼長 40 mm），マガキ）神奈川県三崎，殼高 70～100 mm）及びムラサキイガイ（三崎，殼高30～60 mm）を用いた。

3.5～6 l の海水中に二枚貝を種類に応じて 8～60 個入れ，充分に呼吸が行われたところでベントナイトを浮游させ，30～60 分間 10 分毎に ベントナイト 濃度を測定して最小自乗法により平均の減少速度を決定し，これより 1 個体当りの濾水速度を算出した。またベントナイトを加えない場合の濾水速度は，海水中にニュートラルレッドを加えその減少速度から同様に算出した。*** また比較的濁りの薄い場合の 濾水速度の 測定には，*Thalassiosira* sp. を用いた。

結　果　第 1 図第 2 図及び第 3 表に示したようにマガキでは濃度の増加と共にわずかに濾水速度の減少がみられ，アサリ及びムラサキイガイでは実験した濃度の範囲では濾水速度はベントナイト濃度によつて大きく左右されことなくほぼ一定値をとり，またハマグリでは，実験例が少いけれども，比較的稀薄な *Thalassiosira* sp. (124×10^2 *cells*/cc) を使つた場合とベントナイト (200mg/l) を使つた場合とでは差がみられなかつた。

2. 摂餌量の測定　前述の如く，濾水速度は浮游粒子の濃度によらずほぼ一定であり，しかも擬糞の排出は濃度の増加と共に頻繁となる。このような条件のもとで餌料の

註 1. $ln\ P_t/P_o=-R/L\ t$　L： 使用海水量 R: 濾水速度 t ： 時間 P_o, P_t ： 初期，t 時間後の濃度
註 2. 従来この方法では 100 % としていること及び肉眼的に見て吐出される海水が相当透明であることからこの値を用いた。
註 3. 文献 4 参照ニュートラルレッドの吸着が水の表面のみで行われるものとしてニュートラルレット海水を殼内に流し込み，流出する海水中のニュートラルレッドを測定すると，1～2 l/hr の流速では 20～30 %が吸着された。

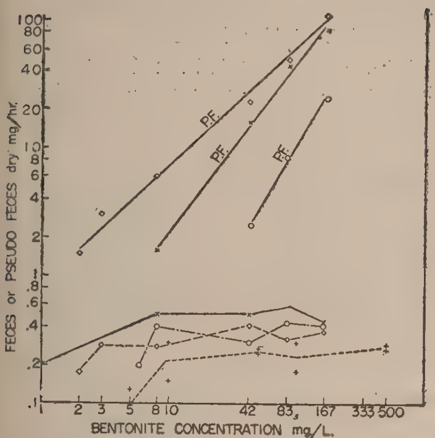


Fig. 3. The effect of bentonite concentration upon the rate of feeding of *V. semidecussata*.

shell length (mm.) and water temperature(°C)

◇ : 41, 22 ○ : 26, 22
× : 37, 22 ＋ : 32, 13.5

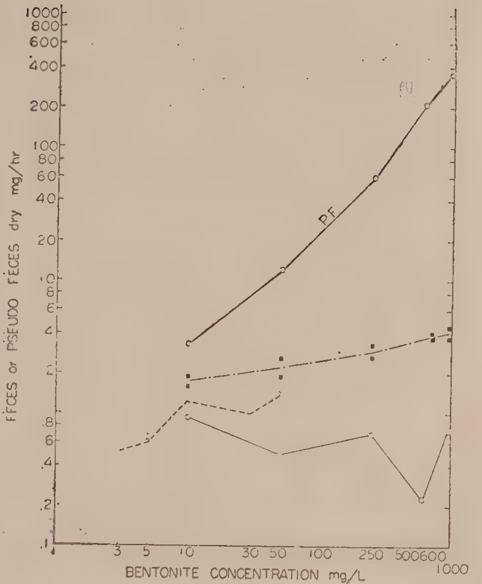


Fig. 4. The effect of bentonite concentration upon the rate of feeding of *O. gigas*

shell hight (mm.) and water temperature (°C)

○ : 75, 19.2 ■× : 80, 15.0

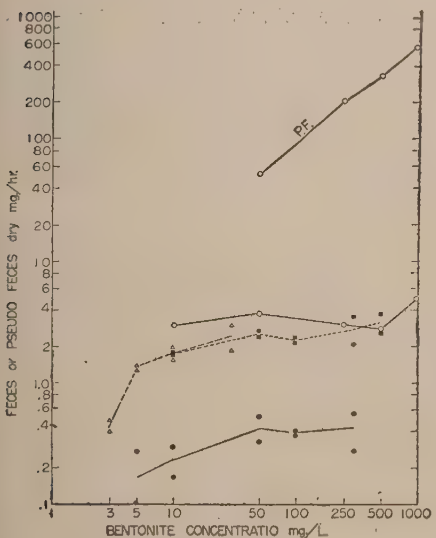


Fig. 5. The effect of bentonite concentration upon the rate of feeding of *M. meretrix* and *M. edulis*.

shell length or hight (mm.) and water temperature (°C)

●: *M. meretrix* 39, 14.8 ○: *M. edulis* 55, 16.5
■: *M. edulis* 55, 17.5 △: *M. edulis* 60, 16.0

体内摂取が可能かどうか，また影響を受けるとするならばどのように受けているかを知るために摂餌量の測定を行つた。従来二枚貝の摂餌量を直接測定した例は少いが，本実験では貝により排泄された糞を乾燥秤量して摂餌量を測定した。即ち前記実験同様3.5〜6.0 l 海水中に貝を8〜60個，種類・大きさに応じて入れ，呼吸が充分開始されたならば，ベントナイトを浮游させ，少量のニュートラルレッドを加える。10分毎にベントナイト濃度を測定し，濃度半減と共に不足量を補つてほぼ一定濃度を保つようにした。実験供試貝を時間この状態に置いた後，清澄海水中に移し12時間放置し，その間排泄した糞を集め乾燥秤量して，1時間の摂餌量として1個当りの摂餌量を算出した。一方水槽の底にたまつた擬糞を集め乾燥秤量し，自然沈降のベントナイトも同様処理して補正して擬糞量を測定した。糞は貝の種類による特殊な形態及びニュートラルレッドによる赤い着色によつて明らかに他の餌料による糞*や異物と区別し得る。また貝が摂餌を始めてから1〜1.5時間後には糞の排泄がみられ，摂餌終了後8時間で

* 実験に供した貝は絶食させていないために糞の排泄がみられるが，貝により濾水が充分行われて貝により摂餌される粒子がないと考えられる海水，汲み置いた海水及びこれにベントナイト 100 mg/l を加えた海水にそれぞれニュートラルレッドを加えると，赤色糞はベントナイト海水にのみみられ，他には全くないかまたは痕跡程度であつた。

その 80% 以上の排泄がみられる。これらの諸点をあらかじめ確めておいた。また同時に前記実験同様ベントナイト濃度の減少速度から濾水速度を算出した。材料には前記実験と同じ貝を用いた。

結　果　第3～6図に示す如く，アサリでは，擬糞はベントナイトの濃度がある充分量（10～20 mg/l）に達すると顕著に排泄され始め，その後濃度の増加に伴つて殆ど直線的に増加する。しかしこの濃度以下でも擬糞の形成排出は僅かではあるがみられている。一方摂餌量は擬糞排出濃度に至るまでは増加するがそれ以上の高濃度ではほぼ一定値を示す。このことは殻長が異なつても同様であつた。ハマグリについてはアサリと全く同様の傾向がみられたが，最大の摂餌量を示した濃度は 50 mg/l で，アサリの 8～10 mg/l に比べてやや高い。マガキでは擬糞についてはアサリと同様であつたが，摂餌量は擬糞排出濃度以上になつても増加がみられた。但しその増加割合は次第に小さくなつている。ムラサキガイについても同様であつた。

濁り以外の環境条件中 **pH** 及び **cl⁻** が二枚貝の濾水・摂餌にどのような影響を及ぼすかについて同様の方法により実験を行つた。**pH** の調整には塩酸及び苛性ソーダーを用いた。そのの結果各種類とも **pH**＝10 **cl⁻**＝12 ‰以下になると濾水・摂餌の著しい低下又は停止がみられた。

考　　　察

4種の貝についてベントナイトを用い各種濃度に於ける濾水速度の測定を行つたが，どの種類についても濃度の相違によつて濾水に大きな差はみられなかつた。即ちこの実験条件内では濁りは濾水に殆ど影響を与えないと考えてよい。しかし実験時間が1時間以内であり，濁りとして球状のベントナイトを用いたので，濁水中に長時間飼育した場合，また濁りとして球状以外の，また粒子径の異るものを用いた場合には疑問の点が残る。

従来濾水速度の測定のなされている二枚貝は主にカキ及びムラサキイガイで，水管をもつアサリ・ハマグリ等についての報告は殆どない。アサリについて大島・榎本[5] が *Skeletonema costatum* を用いてここで述べたとほぼ同様の方法により得た値（殻長 36～38 mm，水温 21～24°C で 0.6～1.5 l/hr）と今回の測定値と良く一致する。マガキについて矢野[6] は直接法で殻高 80 mm 水温 19～15°C で 3.5～2.8 l/hr. の値を得て，この値は今回の測定値 0.8～0, 4 l/h に比して著しく大きい。このことは濾水速度が環境条件により，又個体により大きく変化するものであれば異なるのも当然と考えられるが，今回の測定が間接法によつた点及び濾過率の相違による影響を考えて更に検討の要があろう。

摂餌量は一般に擬糞排出濃度までは増加するが，アサリ，ハマグリではこれ以上の高濃度では殆ど一定値を示した。一方擬糞は濃度に共に直線的な増加を示した。このことから如何に餌料濃度が増加しても一定時間内に食される量は一定量であつて過剰の分は擬糞として殻外に排出されると考えてよいであろう。マガキムラサキイガイでは擬糞排泄濃度以上でも摂餌量の増加がみられたが，その増加割合は次第に減少する傾向がみられた。濁水中での摂餌の可能不可能についてはこれまで KELLOG[7]，GRAVE[8]，CHURCHILL & LEWIS[9]，FOX. SVERDRUP & CUNNINGHAM[10] 等によつてカキ又はカラスガイ類について報告がなされているが LOOSANOFF & ENGLE[2] は *Ostrea virginica* について，種々の浮游懸濁粒子の濃度がその殻の開閉運動・濾水速度・濾過率にどのような影響を与えるかについて詳細な実験を行つている。これによれば *Chlorella* sp. では 45×10^4 *cells/cc* の濃度の場合には擬糞を排出することなく摂餌は効果的に行われ，12×10^5 *cells/cc* の濃度になると擬糞排出の限界となり，これ以上では擬糞量の増加と共に糞量は著しく少くなり 18×10^6*cells/cc* では濾水中止・閉殻に至り糞は全くなかつたと報告している。この *Chlorella* sp. は 5 μ の径であり，本実験に用いたベントナイト粒子の径とほぼ同じと考えることが出来る。ベントナイト粒子は 10 mg/l の場合 40×10^4 個/cc であることを考えると *Ostrea virginica* の擬糞排出濃度はベントナイトにして約 30 mg/l となり相当高い。今回得た摂餌量と濃度との関係は LOOSANOFF & ENGLE と全く逆であつた。また濾水速度についても *Ostrea virginica* では *Chlorella* sp. 19×10^5～128×10^5 *cells*/cc の範囲で濾水速度の減少がみられ，殆どすべての個体が 128×10^5 *cells*/cc の濃度では濾水の著しい低下又は停止がみられるとしているが，この濃度は粒子数からみればベントナイト 50～320 mg/l に相当し，今回の実験では 320mg/l で濾水の停止は認められず，1000 mg/l でも濾水は続けられた。

これらの点の不一致が，濁りの粒子の差異によるものか，生物自体の差によるものか，または実験条件，

特に時間の取扱によるものかについては今後の研究に俟たねばならない。

ベントナイト濃度が稀薄の場合には濃度の増加と共に摂餌量の増加がみられるが 10 mg/l : 40 万個/cc という濃度は天然で一般には考えられない。従つて天然に於ては浮游粒子の多い程摂餌には好適と考えてよいだろう。

文　　献

1) Galtsoff, P. S.: New method to measure the rate of flow by the gills of oyster and other mollusca. Science, **63** 233—4. (1926)
2) Loosanoff, V. L. and Engle, J. B. : Effect of different concentration of micro-organisms on the feeding of oysters (*O. virginica*). Bull. U. S. Fish and wildlife Serv., **51** 31—57. (1947)
3) Jørgensen, C. B. ; On the water transport through the gills of bivalves. Acta. Physiol., scand. **5** 297—304. (1943)
4) Cole, H. A. and Hepper, B. T. : The use of neutral red solution for the comparative study of filteration of Lamellibranchia. Jour. du Cons., **20** (2). 197~203. (1954)
5) 大島泰雄・榎本義正 : 未発表
6) 矢野滝雄 : マガキ鰓繊毛の活動について，水研誌， **26** (8) 14~20. (1931)
7) Kellogg, J. L. : Ciliarymechanism of Lamellibranchs. Jour. Morph., **25** 625—701. (1915)
8) Grave, C. : The process of feeding in oyster. Science, **44** 178—181. (1916)
9) Churchill, E. P. and Lewis, S. I. : Food and feeding in freshwater mussels. Bull. U. S. Bur. Fish., **39** 437—471. (1924)
10) Fox, D. L., Sverdrup, H. U. and Cunningham, J. P. : The rate of water propulsion by California mussel. Biol. Bull., **72** 417. (1937)

曳縄釣用板状潜入板の力学的特性

磯打　登・川上太左英
(京都大学農学部水産学教室)

Mechanical Characteristics of Plate Depressors for Trolling.

Noboru ISOUTI and Tasae KAWAKAMI

With the purpose of determining the mechanical characteristics of trolling depressors, a series of experiments on plate depressors has been carried out in a water tank. From the equations (1)-(4) representing the balancing of the plate and the results obtained by the experiments, the drag coefficient C_D, the lift coefficient C_L, the moment coefficient C_M, the distance, a, from the front edge of the plate to the point through which the hydrodynamic pressure acts, and the direction of the pressure were determined. The results were plotted against the angle, α, of attack in Figs. 3—4. Although a few differences among the characteristic curves of these plates is seen, a remarkable increase in the value of C_M, with the decrease of taparing angle at the bow can be noticed, This fact may increase the stability of the depressor in its warking condition.

曳縄釣において漁獲深度を最も有効に調節するには潜入板の力学的特性を明かにする必要がある。本報では平板状潜入板の力学的特性について得られた結果を報告する。

Fig, 1 は長さ C の板がその中心線上において前縁よりの距離 b の糸目につけられた1本の曳縄によつて曳航されている状態を示す。図において T は糸にかゝる張力，W は前端につけられた重りを含めた平板の空気中の重量，B はその浮力，Pは前端より距離 a の位置に効く水の圧力，α は板の迎角で，θ は糸の水平方向に対する傾角，r は重心と浮心との間の距離，S は板の面積とする。簡単のために W と B とが釣合うような板を考えれば，板に効く力の水平、鉛直方向及びモーメントの釣合は次式によつて表わされる。

$$T\cos\theta=C_D\frac{\rho U^2}{2}S \qquad (1)$$

$$T\sin\theta=C_L\frac{\rho U^2}{2}S \qquad (2)$$

$$\frac{W}{T}=\frac{a-b}{r}(\tan\alpha+\tan\theta)\cos\theta \qquad (3)$$

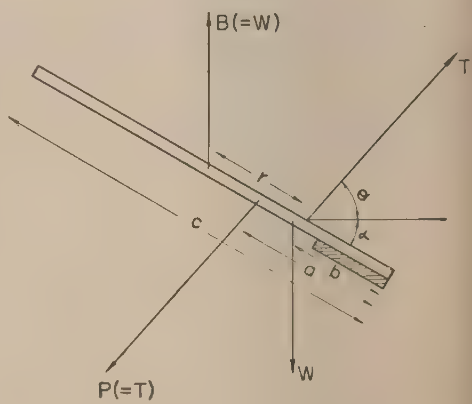


Fig. 1. Showing the equilibrium state of a depressor plate.

こゝで C_D 及び C_L は板の抗力及び揚力係数，ρ は水の密度，u は曳航速度である。モーメント係数 C_M については

$$\frac{a}{c}=C_M\frac{\rho u^2}{2}\cdot S\cdot\frac{1}{T\sin(\alpha+\theta)} \qquad (4)$$

のように定義される。以上の式において T, u, θ, α, の各値が実験的に与えられると，C_D, C_L, C_M 及び a がそれぞれ (1), (2), (4), (3) 式から求められる。

実　　験

実験には面積を 100 cm² に，厚さを 5 mm に一定にした木製平板を使用した。形状は Fig. 2 に示すような5種類を選び，糸目はそれぞれ図示の位置に設けた。

1957 年 8 月 26 日受理

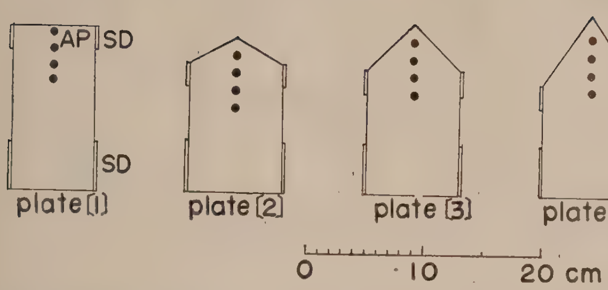
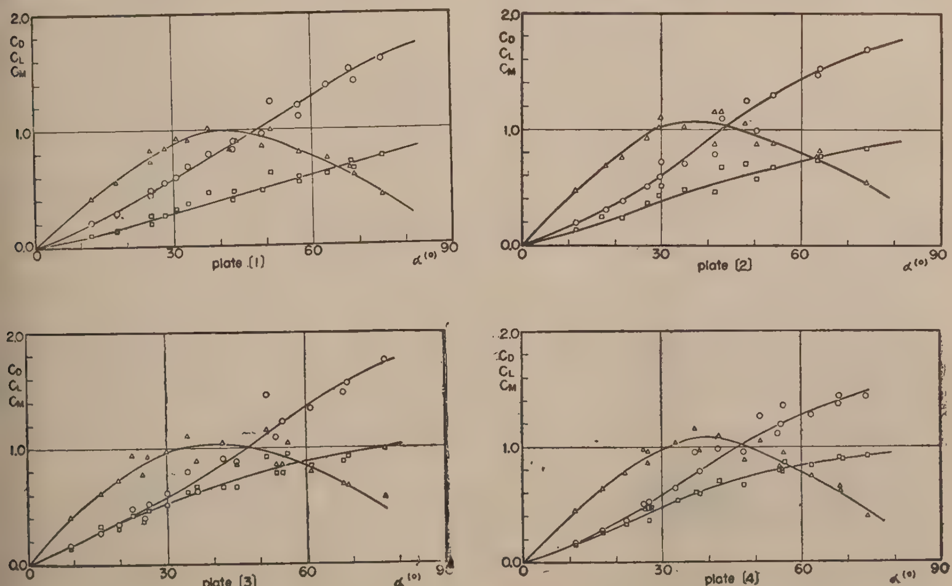


Fig. 2. Shape of the depressor plate examined. **SD** : Side plate, **AP** : Attaching point.

実験に際して板の表面の性質をなるべく均等にするためと材料の吸水を防ぐために，表面に白色ラッカーを数回塗付し，実験中の不規則な横揺れを防止するために厚さ 1 mm の硬質セルロイド製端板（43×25mm, 21×25 mm）を両側に2枚づつとりつけた。糸としては直径 0.5 mm のビニロン糸を使用した。実験は当教室の回流式水槽において糸目の位置と流速 u とを順次かえて行はれた。張力の測定には最小目盛 1 g のバネ秤を，角度の測定には最小目盛 1° の傾斜計を製作使用した。板の長さ C を長さの次元にとつた板の Reynold's 数は $2\sim7\times10^4$ の範囲であつた。

結　果　と　考　察

実測値を（1），（2），（4）式に代入して，C_D C_L, C_M について各板，を計算した。それらの値と迎角 α との関係を示せば Fig. 3. の通りである。先ず C_D, C_L, C_M 曲線についてみると，C_D, C_L は各板とも同じような傾向をもち，C_D の最大値はどの板でも 1.00～1.05 で迎角 35°～45° の範囲内にある。C_M 曲線は板〔1〕(以下板〔1〕を〔1〕で表わす）にみられるような直線状態から板の先端がとがるに従つ



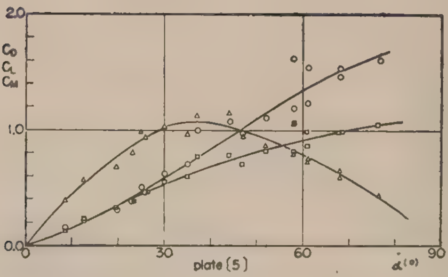


Fig. 3. Values of C_D, C_L, C_M *vs.* the angle α of attack. ○ : C_D, △ : C_L, □ : C_M.

て次第に上に凸になる傾向があり，迎角 30° 以下の範囲において C_D 曲線に漸次接近し，〔3〕,〔4〕,〔5〕では迎角 20° 以下でほぼ C_D 曲線に重なることがみられる。従つて単なる平板の場合，その抗力と揚力との係数は板の前縁の平面的な形状によつて左右されることなく大体同一とみなされる。これに反しモーメント係数は板の先端がとがるに従つて〔1〕から〔3〕までは比較的はつきりと増加の傾向を示し，それ以上の板では殆んどその変化が認められない。C_M が比較的大きいということは一般に板が流水中にある場合，より大きいモーメントが板に仂いて釣合うために曳航状態においてより安定した状態を保ち得るということであろう。この事実は実験中も観察されたことであつて〔3〕,〔4〕,〔5〕等は〔1〕,〔2〕にくらべてはるかに安定した状態にあるようにみえた。

迎角 α のときの板の受ける圧力の係数を C_P, $\alpha=90°$ のときのそれを C_P' とすれば，C_P/C_P' と α との関係はどの板でも近似的には Fig. 4 の如く Rayleigh の式 [1)]

$$\frac{C_P}{C_P'}=\frac{\sin\alpha}{0.56+0.44\sin\alpha} \tag{5}$$

に従うことが知れた。念のために，上式を

$$\frac{C_P}{C_P'}=\frac{\sin\alpha}{(1-A)+A\sin\alpha} \tag{6}$$

と書き A と C_P' とを実測値を用いて求めると Table 1 の如くである。

次に（3）式から各板について a/c を計算によつて求め，それと迎角 α との関係を Fig. 5 に示す。図において作用点は迎角の増大とともにいずれもほぼ直線的に後方に移動することがみられる。矩形の平板の場合には作用点は板の中心より前方にあつて $\alpha=90°$ の時は板の中心に一致する筈であるが，板の先端がとがるに従つて作用点は板の中心を越えて後方に移動する。即ち〔2〕～〔5〕では板全体の幾何学的重心をも越えるようにみえる。又理論式 [1)]

$$\frac{a}{c}=\frac{1}{2}-\frac{3}{4}\cdot\frac{\cos\alpha}{4+\pi\sin\alpha} \tag{7}$$

から得られる作用点の移動の模様を〔1〕について示すと，無視出来ない差が認められる。

板の浮力と重力とが完全に釣合つているとすれば糸の張力 T と板の受ける水の動圧 P の方向とは平行になり，板と P との

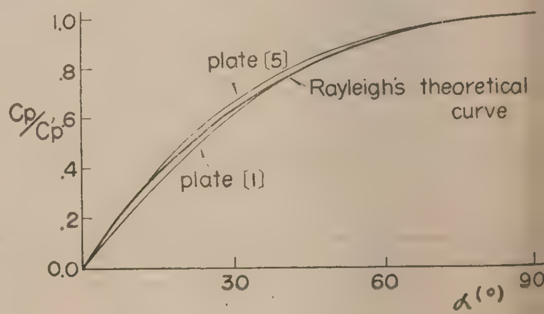


Fig. 4. C_P/C_P' *vs.* angle α. Thick line denotes Rayleigh's theoretical curve.

Table — 1

plate	〔1〕	〔2〕	〔3〕	〔4〕	〔5〕
A	0.390	0.350	0.363	0.468	0.48
C_P'	1.68	1.68	1.83	1.66	1.72

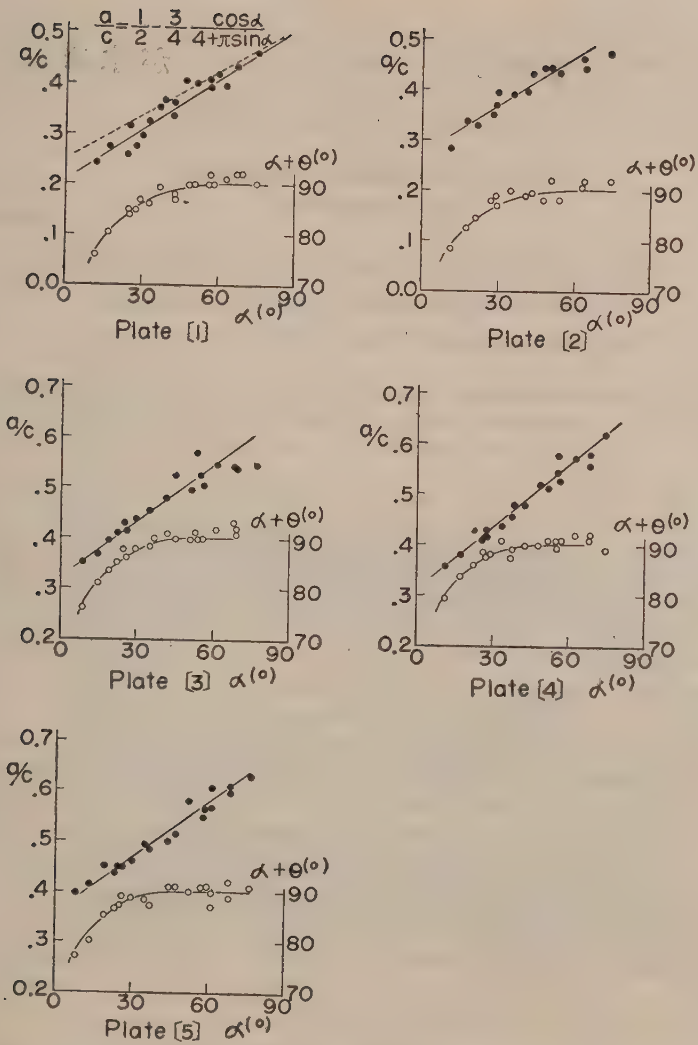


Fig. 5. The shift of the center of pressure and the variation of the direction of pressure according to the variation of attack angle.

なす角は $\alpha+\theta$ で表はされる。よつて $\alpha+\theta$ と α との関係を Fig. 5 に示す。これによると α が 40° 以上では P は板に垂直に働くものとみなしてもよいが，α がこれより小さくなると P は幾分流れの方向に傾く傾向がうかがわれる。本研究費の一部は文部省科学研究費によつたものである。

文　　献

1) 田内森三郎："水産物理学" 1版，朝倉書店東京，(1949) PP. 50～52.

致死濃度以下のパラチオンが水産動物に及ぼす影響

松江吉行・遠藤拓郎・田端健二
(東大農学部水産学教室)

Effect of an Insecticide, Parathion, on Aquatic Animals in the Lower Range than its Lethal Concentration

Yoshiyuki MATSUE, Takuo ENDO and Kenji TABATA

Goldfish (*Carassius auratus*) and Japanese killifish (*Oryzias latipes*) were kept for a long time, about a month, in the water containing an insecticide, parathion (Diethyl-para-nitrophenyl-thiophate) in various concentrations lower than its lethal value and its toxicity upon fish was observed.

By the culture experiment it was known that the insecticide gave many racognizable effects upon fish even at low concentrations as 1/30th of its 48h-TLm (median tolerance limit), i. e., the movement of gill opercula and pectoral fins of the fish was observed to decline until the above mentioned concentration of the insecticide (Fig. 2, 3). Retardness in growth of fish due to the decrease in the amount of food eaten was also apparent at these low concentrations (Fig. 4 Table 1).

The results show us that the permissible concentration of parathion upon aquatic animals should be regarded as far lower than the value of 48h-TLm × 0.1, which is now considered as might be permissible for general pollutants.

緒　言

農薬パラチオンの水産動物に対する致死濃度については，既に魚類をはじめとしてその他多くの種類を用いて行われた相当多数の実験結果があり，[1,2,3] 魚毒としてのパラチオンのこの点に関する特性はかなり明らかにされている。しかし，ある有毒成分を含んだ水が水産動物に対して被害を及ぼすかどうかを判定する目安として，致死濃度そのものは厳密な基準とはなり得ない。一定水域の生産力が低下しないことや，回游魚の来游に影響を及ぼさないこと等を目標とした別の基準，すなわち許容濃度が考えられなければならない。

許容濃度は致死濃度よりもよほど低い値であることは当然であるが，これら両値の濃度比は一般有毒成分について同一ではなく，成分が違えば異るであろうことが予想される。したがつてこの点の究明は極めて重要と考えられるが，実験的に正確な結果を求めることは実際にはなかなか容易でではない。

われわれはこのような要求にいくらかの回答を与えるための一つの試みとして，パラチオンを用い，その致死濃度以下のいろいろの濃度で魚を長期間に亘つて飼育し，魚にどのような影響が現われるかを観察してみた。その結果，多少の成果を得ることができたのでここに報告し御批判を得たいと思う。

因みに本研究は農林省応用研究費によつて実施したものの一部である。

実　験　方　法

パラチオンは 3 ppm 以下 0.01 ppm までの濃度とし，供試動物としてはキンキョ（ワキン）およびメダカを用いたが，パラチンオ 3 ppm 濃度はこれらの魚の 48 時間 TLm よりは幾分小さい濃度である。キンキョ（体長 4.0〜4.8 cm，体重 2.5〜4.0 g）は 10 尾宛を 12 l の，またメダカ（体長 2.6〜2.9 cm）は 5 尾宛を 2 l の水で飼育した。

パラチオンは生物体等に吸着されやすい性質があるので，濃度を一定に保つために飼育水は毎日更新した

1957 年 8 月 28 日受理

が，1日の間にもある程度の濃度変化は避けられないと考えられる。しかし，実際にどの程度の低下が起つたかについては確めていない。

飼育期間は 30〜35 日としたが，この期間中の水温は 7.5〜14.5°C であつたから，比較的低い温度での飼育実験であつたといえよう。また，餌はキンギョにはイトミミズを，メダカには魚粉を与えた。

結　　果

1. 横転及び斃死

実験に用いたパラチオン濃度範囲の内，高濃度のものでは魚に横転及び斃死個体が出現したが，キンギョの場合についての結果を示すと第1図のようである。すなわち，3 ppm 濃度では2日内外で横転が起り，5〜

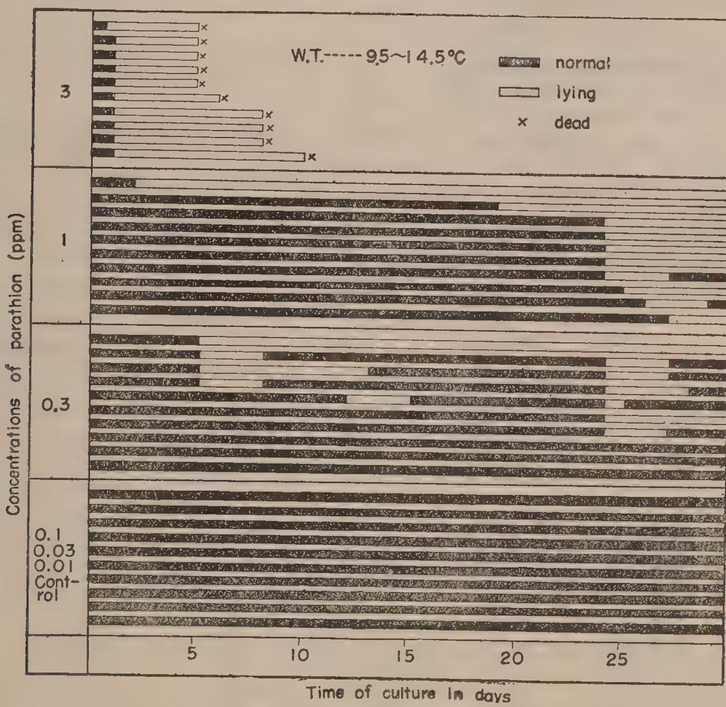


Fig. 1. Results of the culture experiment of goldfish in water containing parathion at low concentrations

10日に全個体が斃死し，1及び 0.3 ppm 濃度では相当の日数が経過した後に大部分の個体は横転はするけれども斃死することはない。一時は横転しても後にまた正常游泳状態に恢復する個体もみられる。何れにしても，横転個体の出現という点からは，パラチオン濃度 1 ppm と 0.3 ppm との間の相違は明瞭ではない。

それ以下の濃度，すなわち 0.1，0.03 及び 0.01 ppm になると，横転個体は出現せず，したがつて，何れも対照との間に差違は認められない。

データを掲げることは省略するが，メダカを供試動物として用いた実験もキンギョの場合と大体一致した結果であつた。

2. 胸鰭の運動

パラチオンの濃度差に基く魚の横転及び斃死の出現の有無という点から飼育結果を比較すると，上述のような相違に止るけれども，仔細に観察すると，パラチオン低濃度液中で游泳している魚体には，正常のもの

とは異つた幾つかの異常状態を認めることができる。運動が不活潑となることはその一つであるが，それを表わす一つの方法としてメダカの胸鰭の運動回数を測定してみた。

メダカは水中で静止している時にも，胸鰭を絶えず速かに振り動かしているが，パラチオン濃度を異にする液中でこの運動回数を数えた結果が第2図である。測定は数尾の個体について5分間宛行い，1分間の平均運動回数として表わしたものである。

これからパラチオンの存在は魚の運動に影響を与え，その 0.1 ppm という低濃度までも，対照に比べて胸鰭運動は著しく緩慢になることがわかる。0.1 ppm 以下の濃度では実験していないが，図から判断するともつと低濃度でも，メダカの胸鰭運動は影響を受けることが察知できそうである。

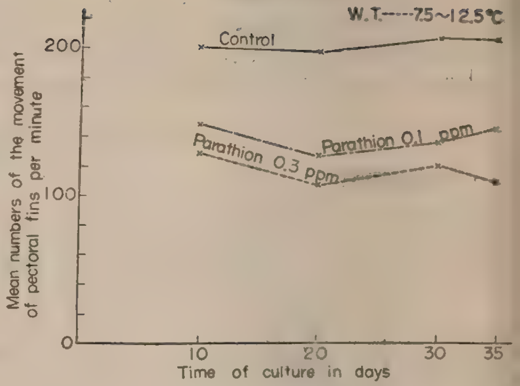


Fig. 2. Change of the movement of pectoral fins of Japanese killifish in water containing parathion at low concentrations

3. 鰓蓋運動

パラチオン添加液中で魚の鰓蓋運動をキンギョを用いて測定した結果が第3図である。10 尾につき 30 秒間の運動回数を数え，その平均値をとつて比較したものである。

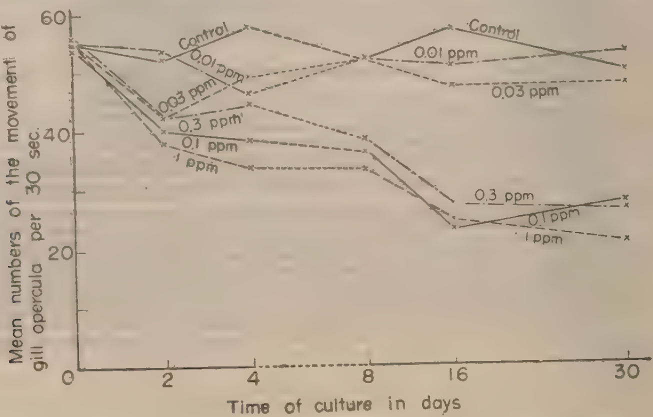


Fig. 3. Change of the movement of gill opercula of goldfish in water containing parathion at low concentrations

これから，パラチオン濃度 1，0.3 及び 0.1 ppm では何れも対照と比較して明らかに鰓蓋運動が低下することがわかる。しかし，0.03 ppm 濃度になると，長期間の飼育後に幾分対照と異つてくる程度で，明瞭な差違とはいい難い。

鰓蓋運動に対するパラチオンの影響は，メダカでも同様に認められるが，メダカではその開閉運動が速いので目で見て正確に測定することは困難である。

4. 摂餌量

魚の摂餌量の比較は，体が大きいので実験がやり易いキンギョだけについて行つたが，キンギョ 10 尾宛を入れた水槽に対して，毎日イトミミズ3g 宛を投与し，2時間後に食べ残されているものを集めて計量し，其の差をもつて摂餌量とする方法をとつた。

実験開始後5日までの摂餌量は，供試前の魚体重量1g 当りの平均摂餌量として毎日求めたが，それ以後は5日間毎の総摂餌量を出て1日の平均摂餌量を計算によつて求める方法によつた。

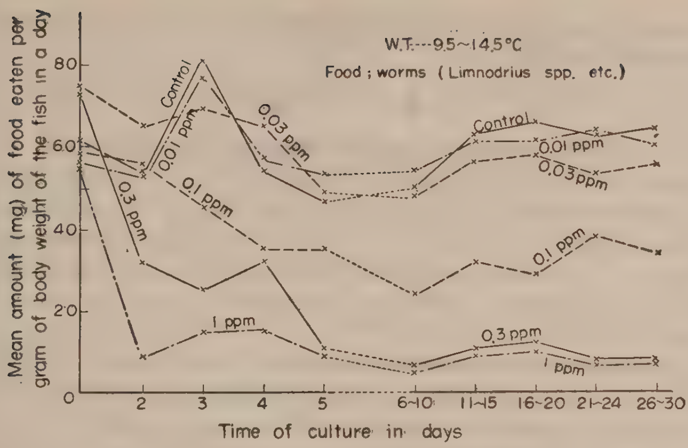


Fig. 4, Change of the amount of food eaten by goldfish in water containing parathion at low concentrations

このようにして得られた結果が第4図で，これによつて，パラチオンの相当低い濃度に至るまで魚の摂餌量が減少することが知れる。横転個体が出現した1及び 0.3 ppm 濃度の場合には，魚の摂餌量が当然減るであろうことは考えられるけれども，横転個体が1尾もみられなかつた 0.1 ppm 濃度においても，対照に比べると明らかに摂餌量が少いことは注目すべきであろう。しかし 0.03 ppm 濃度液になると対照との差は認め難い。

5. 体重及び体長

魚の摂餌量が異れば，当然その成長も異つてくるはずである。キンギョについて，供試前と 30 日間飼育後とにおける各魚体の体重と体長とを測定し，その平均値を出して比較した結果が第1表である。

Table 1. Change of the body weight and length of goldfish in water containing parathion at low concentrations

Concentrations of parathion (ppm.)	Mean body weight			Mean body length		
	Before experiment (g.)	After experiment (g.)	Increase in percentage	Before experiment (cm.)	After experiment (cm.)	Increase in precentage
1	3.27	2.65	−18.8 (2.6)	4.44	4.27	− 3.9 (2.6)
0.3	2.85	2.45	−13.6 (4.0)	4.17	4.05	− 2.9 (2.0)
0.1	2.88	2.98	+ 3.4 (6.3)	4.24	4.28	+ 1.1 (2.0)
0.03	3.05	3.52	+15.9 (5.9)	4.28	4.39	+ 2.6 (2.1)
0.01	2.99	3.50	+17.3 (6.4)	4.26	4.47	+ 5.0 (3.1)
0	2.58	3.07	+19.1 (6.9)	4.11	4.23	+ 3.0 (2.3)

( ) : Standard deviation

この表から，パラチオン1及び 0.3 ppm 濃度液では魚の体重，体長とも供試前に比べて減少していること，0.1 ppm 濃度液では，どちらも僅かに増加はしているが，対照と比較するとかなり劣つていること等がわかる。しかし，0,03 ppm 濃度液になると対照との差は殆んど認め難い。

ここで注意を要することは，魚の体重だけではなく体長までも減少した事実で，ちよつと理解し難いことであるが，魚に対するパラチオンの影響として，一般に知られている尾部の彎曲が起ると同時に，ある程度の体長の縮小も実際に起るようである。しかし，この点についてはここでは触れない。

6. 他の毒物に対する抵抗力

パラチオンの低濃度液を用いての 35 日間の飼育実験で，生き残つたメダカを使い，これを 3 ppm の昇汞含有水に移して致死時間の比較を行つてみた。その結果，パラチオンを加えた水中で生存した魚は，対照のものに比べると致死時間がかなり短いことがわかつた。データを掲げることは省略するが，パラチオン濃度 1,

0.3，及び 0.1 ppm 中の魚は，昇汞添加液での平均致死時間が，それぞれ 8，12 及び 14 時間であるのに対し，対照のものは略 18 時間であつた。

考　　　察

最近，アメリカにおいては，有害成分中，急性毒の水産動物に対する許容濃度として，その毒物の 48 時間 TLm に安全係数として 0.1 を乗じた値をもつて妥当とみなす考え方が提唱されている。[4] いろいろな有毒成分も，この程度にまで稀釈されるならば，その流出を蒙る水域の生産力も影響を受けることは先ずあるまいという推定に立つ考え方である。そして，一応このような許容濃度の基準を設けはするが，もし，ある特定の有毒成分についての精密な生物実験が行われて，その結果が，この安全係数値を変更することが妥当であるとみなすに充分な根拠を提供した場合には，適宜変更することも考えようという含みのある方策であつて学ぶべき点が多い。

今，この考え方に従つてパラチオンの許容濃度の問題を少しく検討してみたい。キンギヨ及びメダカに対するパラチオンの 48 時間 TLm は大体等しく，5〜3 ppm 程度である。したがつて，これらの魚に対するパラチオンの許容濃度としてはその 10 分の 1 である 0.5〜0.3 ppm という値をとればよいことになる。

ところが，われわれが行つた飼育実験の結果では，パラチオンはこの値よりもかなり小さい 0.1 ppm 濃度まで，魚にいろいろの悪影響を与えることが認められたのであるから，パラチオンの場合は一般急性毒と同一の安全係数を適用することは危険であろう。少くとも，その数分の一に相当する 0.02〜0.03 ppm 程度とするのが妥当のようである。

パラチオンと比較する目的で，同様の飼育実験を昇汞で行つてみたのであるが，昇汞ではその48時間TLmの 3 分の 1 の濃度になると，キンギヨ及びメダカは全く対照と異らない状態を示すことがわかつた。すなわち，0.1 の安全係数値は昇汞に関しては実際に相当の安全度の巾をもつたものであるとみることができる。

アメリカの専門家達が，48時間TLm×0.1 という濃度をもつて一般急性毒の許容濃度とみなしたのには，それ相当の根拠があつてのことであろう。関連あるデータは未だ発表されておらないようであるが，多くの成分に関しては，例えば昇汞のように，充分の安全度が考慮されているものと考えられる。とすれば，パラチオンは恐らく一つの例外的な急性毒に属するとみなすのが適当であるかも知れない。

もちろん，われわれの実験結果は，パラチオンの安全係数をこれこれの値に変更せよと明確に主張できるほど充分なものではないけれども，少くとも一般急性毒の係数をパラチオンに適用することは危険であるといい得るし，同時にまたこの報告が，汚濁成分中の主要なものについては，その許容濃度の点から，それぞれに安全係数に関する一応の吟味を行つておくことも必要であることを認めていただく上に多少でも役立てば幸である。

要　　　約

（1） パラチオンはその致死濃度以下のかなり低い濃度である 0.1 ppm まで魚（キンギヨ，メダカ）に悪影響を及ぼすことが，魚の胸鰭運動及び鰓蓋運動の低下，摂餌量の減少，成長の不良等の諸点から認められる。

（2） キンギヨ及びメダカに対するパラチオンの 48 時間 TLm は 5〜3 ppm であるから，パラチオンの魚に対する許容濃度としては，その 10 分の 1 よりはかなり低い値を考えるのが妥当とみなされる。

文　　　献

1) 佐藤隆平，伊藤　進：北日本農学研究会報告，4，16 (1955).
2) 水沼栄三：楽水，4，6 (1955).
3) 同　　　：滋賀県水試報告，7，1 (1956).
4) Ohio River Valley Sanitation Commission : *Sewage and Industrial Waste*. 27, 331 (1955).
備考：パラチオンの水産動物に対する致死濃度の試験結果で，プリントで報告されているものは相当多数にのぼつているが省略した。

アコヤガイ養殖真珠に関する研究－I. 異なる型の外套膜ピースで養殖された真珠の性状について

小竹子之助・河村光保
(徳島県水産試験場)

Studies on the Culture Pearls with *Pinctada martensii*—I.
Notes on the Natures of Pearls, operated by the Different Types of Mantle-piece

Nenosuke KOTAKE and Mitsuyasu KAWAMURA

In the present study, the natures of the culture pearls with *Pinctada martensii*, operated by the different types of mantle-piece, were investigated experimentally. The types of mantle-piece used for this experiment were the standard square, the smaller one, the larger one, the long rectangle, the wide one and the diamond-shaped one (Fig. 1 & Table 1). As the results of the investigation, it seems that the pearls of good quality appear most frequently in the case of the culture, operated by the smaller square type of mantle-piece (Table 2).

I 緒　　言

アコヤガイ養殖真珠の業者間では，真珠の歩留と品質の上から，核入れ作業の際に挿入する外套膜ピースを，大きく切つて使用した方が良いという考えと，程度はあるができるだけ小さく切つた方が良いという見方があり，また，ピースの形状にも各人によつて考え方はまちまちのようである。

筆者達が実施した核入れの実験からピースの形状は正方形，その大きさは従来考えられた標準より，いくらか小さく切つた方が，良質の真珠が得られ，また，経済上も有利であると思われるので，こゝにその概要を報告する。

本研究に当り御懇篤なる指導を賜つた徳島県水産試験場長本田清氏，徳島大学生物学教室教授岡田克弘博士に対し，深甚なる謝意を表す。

II 実験方法

実験に供したピースの形は Fig. 1 に示す。いずれの場合も，ピースは外套膜のいわゆる腺細胞線を基準にして，外套膜縁外葉の方に 4 ：内側 6 の割合に切つた。型としては正方形標準型，正方形小型，正方形大型，縦型，横型および菱型の 6 種類を区別した (Table 1)。使用した貝の大きさは 1 貫当り 122 個掛りのもので，平均 1 個の重量は 8.2 匁であつた。 1 個の貝から取り得たピースの数は，平均して標準型の場合は 46，小型は60，大型は36，縦型は58，横型は36，菱型は32個である。核入れ作業は，1955 年 8 月24日～8 月31日の間で，総数 720 個，核珠の大きさは 1.3 分で 3 個入れをおこなつた。核入れをほどこした貝は 1 籠に40個づつ入れて，2 m 水深の所に垂下した。養殖場所は徳島県海部郡日和佐町亀井港で，真珠の摘出は 1956 年 9 月，養殖期間は満 1 ケ年である。

III 実験結果

得られた真珠の品質を，ピースの型別に示すと Table. 2 の通りとなる。その成績を比較するためには，

1957 年 8 月 30 日受理

Table 1. Sizes of mantle-piece in different types.

Types of pieces	Proportion of area	Nos. of pieces per one pearl-oyster	Nos. of pearl-oysters per 10000 pearls
Standard square type	1	46	652
Smaller sq. type	ca. $\frac{5}{9}$	60	500
Larger sq. type	ca. $1\frac{3}{5}$	36	833
Long rectangle type	1	58	517
Wide rectangle type	1	36	833
Diamond-shaped type	1	32	938

便宜上その品質を上珠，中珠，下珠，クズ珠，クリーム珠，白珠，うすまき珠，泥珠，茶色珠の9種類にわけ，更に備考として無欠点珠の出現率および真珠1個当りの平均重量を求めた。

商品的価値の高い上珠，中珠のみを，まず比較すると，ピースの型によつてその成績に約10%の差がみられる。最も良いのが縦型で，ついで小型と標準型が良く，いずれもほとんど大差がない。

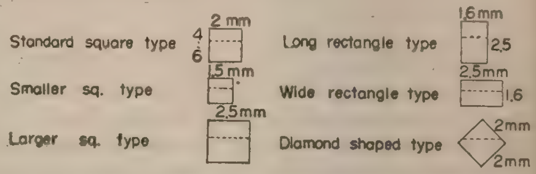


Fig. 1 Diagrams, showing different types of operated mantle-pieces.

業者の話によればピースが小さい場合には，挿入後のピースの位置が不明になりやすいためか，白珠の出現率が高いと言われるが，この実験での小型の場合は，他に比較して白珠の出現率が僅か乍ら却つて少い。白珠の出現は必ずしもピースの大小には関係しないようである。

Table 2. Natures of pearls, cultured by different types of mantle-pieces.

Types	Natures of Pearls									Remarks	
	High (上珠)	Middle (中珠)	Lcw (下珠)	Thin-layered (うすまき珠)	Waste (クズ珠)	White (白珠)	Cream (クリーム珠)	Muddy (泥珠)	Brown (茶色珠)	Perfect (無欠点珠)	Weight per one pearl
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	(g)
Standard square type	44.16	20.07	11.68	5.11	5.84	12.41	0.73	0	0	6.93	0.1779
Smaller sq. type	38.37	26.36	14.73	6.98	2.71	6.98	3.87	0	0	7.36	0.1713
Larger sq. type	35.69	16.86	16.47	9.80	4.71	7.84	3.92	1.96	2.75	5.49	0.1816
Long rectangle type	53.57	12.50	13.21	2.86	3.57	7.50	5.00	0.36	1.43	3.57	0.1730
Wide rectangle type	38.05	16.81	21.24	10.18	6.06	7.08	3.10	0	0	6.85	0.1630
Diamond-shaped type	31.52	20.09	18.79	9.09	4.10	7.27	7.27	0	0	4.78	0.1683

他方，泥珠や茶色珠は大型または縦型のみにみられる。この原因はおそらく大型および縦型のピースでは，他の型に比べて外套膜縁の外方の稜柱層を分泌する細胞を多く含むためであろう。また，無欠点珠の出現率は小型が最も高く，逆にクズ珠の出現率が最も低いことも注目に価する。しかし，真珠層の分泌量は，ピースの大きいほど多く，小さいほど少いようである。

Ⅳ 摘　　要

以上の結果を要約すると次のようになる。

1) 手術に用いる外套膜ピースの型は正方形に近いもの，大きさは従来のものよりやゝ小さく切つた方が，真珠の品質に良質のものが得られやすい。

2) 小型のピースを用いることは，外套膜ピースをとるために犠牲にされる貝の数も少なくてすみ（小型の場合は標準型より約23%減少できる），はるかに経済的と考える。

アコヤガイ養殖真珠に関する研究—II.
"うすまき"真珠のできる原因について

小竹子之助・河村光保
(徳島県水産試験場)

Studies on the Culture Pearls with *Pincdata martensii*—II. Notes on the Formation of "Thin-layered Pearl"

Nenosuke KOTAKE and Mitsuyasu KAWAMURA

In the present experiment, the pearls were cultivated by operations of different subdivisional mantle pieces. The mantle pieces used for this experiment were the anterior, the middle and the posterior ones on both mantles (Fig. 1) of *Pinctada martensii*, which was obtained at Hiwasa, Tokushima Prefecture. The results of the experiment are shown in Table 1 and Fig. 2. The so-called thin-layered pearls may often be originated from cultures by the anterior and the posterior pieces on both sides. At least, one of the factors forming thin-layered pearls seems to be caused by the operated piece itself. Therefore, the piece, sectioned off near the middle regions in the mantle line on both sides, must be employed to produce the pearl of good quality.

I 諸 言

ほぼ同一期に核入れ作業をしたアコヤガイから真珠を取りだした場合，"うすまき真珠" が約 10％ は出現する。勿論，漁場，海況および養殖期間の長短などによつて出現する率は異なるが，必ずと言つてもよいほど "うすまき真珠" はできる。"うすまき" の成因として普通に考えられることは，作業貝自身の生活力の衰弱による場合と，核入れ作業のときに挿入する外套膜ピースの内面が核珠に接した場合とがあるといわれている。筆者は，核入れ作業で用いる外套膜ピース自身の真珠層分泌能力が原因して，"うすまき真珠" ができるのではなかろうかと想定し，これらのピースを部分別に取つて養殖した真珠の真珠層の分泌如何を比較検討する実験を行つた。ここにその結果を報告する。

本研究に当り御懇篤なる指導を賜つた徳島県水産試験場長本田清氏，徳島大学生物学教室教授岡田克弘博士に対し，深甚なる謝意を表す。

I 実 験 の 方 法

核入れ作業は 1956 年5月 20 日から6月 20 日の間に行つた。核珠の大きさは一定にして，すべて直径 4.1 mm のものを用いた。外套膜ピースを採取する貝を真珠養殖業者は細胞貝と呼んでいる。1 個の細胞貝から現在の業者がピースを切りとる範囲は Fig. 1 に示す通りであるが，この実験では，左側および右側の外套膜について，各々前方部，中央部および後方部のピースを区分した。即ち，切りとられたピースの部分別による 6 実験区をもうけた。各側の前方部および中央部からは，いずれも 8～10 のピースを，また，後方部からは 5～6 のピースを切りとることができた。核入れをほどこした貝は，1 籠に 40 個づつ入れて，2 m 水深の所に垂下し飼育 7 ケ月後出来た珠から真円のもののみを選び取つて測定の材料とした。

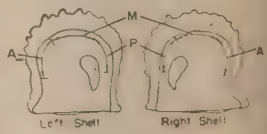


Fig. 1. Schematic representations of operated mantle-pieces.
A : anterior piece region,
M : middle piece region
P : posterior piece region.

1957 年8月 30 日受理

これらの材料のうち，120 個の真珠については，刻目の細いヤスリで中心まですり落し，そこに生じた真珠層の実際の厚さをマイクロメター (micrometer) で測定した。残り 720 個の真珠については，キャリパー (caliper) を用いて真珠の直径を測定し，その値が 4.4 mm 以下のものを "うすまき" とした。

Ⅲ　実験の結果

各実験区について，実際に測定された真珠層の厚さと，直径 4.4 mm 以下の "うすまき真珠" の出現率を算定した結果は Table 1 に示す通りである。即ち，真珠層の厚さは，左側と右側の実験区による大差はない。むしろ，後方部，中央部および前方部ピースによる実験区で差を生じていて，左右両側とも前方部ピースによる真珠が最も "うすまき" のように思われる。また，実際の直径の測定結果から "うすまき真珠" の出現百分率を比較しても，ほぼ同傾向がうかがえる。さらに，直径の測定による "うすまき真珠" の出現状況を図示すると Fig. 2 のようになる。即ち，左右両側とも，後方部および前方部ピースの実験区から得られた真珠には，直径 4.2 mm 以下の特別に "うすまき" の珠が見られるが，中央部ピースの実験区から得られた真珠は，すべて 4.3 mm 以上であり，見た目にも "まき" が大体そろつていて真珠層が厚い。

Table 1. Relations among subdivisional mantle-pieces, thickness of secreted pearl layers and actual percentage of "thin-layered pearl".

Experimental Sections		Average Thickness of Pearl Layer, measured	Percentage of "Thin-layered Pearl", appeared
Left side	Posterior piece	238.69 μ	33.3 %
	Middle piece	236.16	37.5
	Anterior piece	185.16	43.6
Right side	Posterior piece	270.12	13.0
	Middle piece	234.95	35.5
	Anterior piece	228.93	38.5

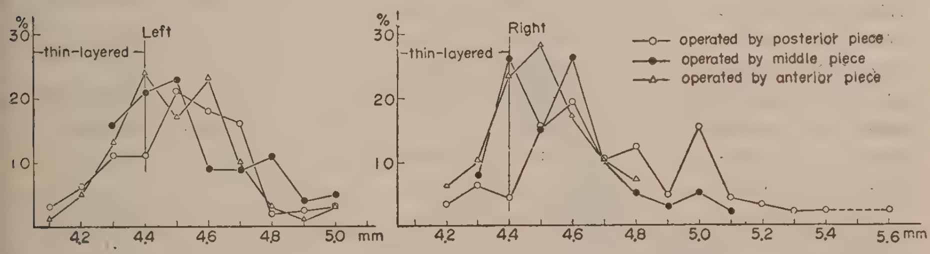


Fig. 2. Actual diameters of cultured pearls.

Ⅳ　摘　要

以上の実験結果を要約すると次のようになる。

1) "うすまき真珠' の成因には，勿論ほかにもいろいろあろうけれども，少なくともその一つとして，核入れ作業の際に使用する外套膜ピースの選び方が関係するものと思われる。即ち，"あつまき" と "うすまき" の違いは，ピース自身の真珠層の分泌能力の差にも原因すると思われる。

2) ピースを選ぶ範囲を出来るかぎり中央部に限定し，特に前端及び後端の両極端を避けるように留意すれば，"うすまき真珠" の出現率を或る程度少なくすることができよう。

A Consideration on the Long Years Trend of the Fisheries Fluctuation in Relation to Sea Conditions

Michitaka UDA
(Tokyo University of Fisheries, Tokyo, Japan)

Since the fish populations (P) in nature repeat their growth and decay (accompanying with extension and contraction of their areas) under some invisible influences of natural environmental conditions, the fisheries conditions and the resulting amount of catch (N) for each fish species (sardine, herring, tuna etc.) vary year by year cyclically (in periodic or some irregular ways) with near a century or twenty to thirty, fifty to sixty years intervals. (See Table 1 a, b) In general as for the periodic decaying (or growing) yield.

$$N=N_0 e^{-\lambda t}\sum\cos(\omega t-\mu)\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

Table 1 a. Historical fluctuation of important fisheries in Japan

Years (A. C.)	Herring * (Hokkaidō)	Years (A. C.)	Sardine *	Years (A. C.)	Bluefin * Tuna
1447	Fishery began	Ca 1500	Fishery began	1377	Gotō-Net began
1596~1614	▲ Bad	~1600	developed	(1106 ?)	Miyagi 〃 〃
1661~1681	⊙ Favourable	1660	(Tyōsi ⊙)	1596~1614	⊙
1688~1703	▲ Min	1680~1730	⊙ Rich	1624~1643	⊙
(1716~1762)	⊙ Good	(1716~1724)	◎ Max	1644~1708	⊙ W. N. Kyūsyū
1775~1791	▲ Min	1736~1789	▲ Bad	1700~1845	Kagosima ⊙
1814~1840	⊙ Rich	(1768~1780)	▲ Min	1784~1834	Tusima ⊙
1847~1857	▲ Min	1818~1859	⊙ Rich	1799	Aomori ◎
1858~1898	◎ Max	(1830)	◎ Max	1830~1853	Hokkaidō ⊙
1900~1912	▲ Min	1864	(Tyōsi ◎)	1847	Hitati began
1913~1920	⊙ Rich	1870~1890	▲ Bad	Rich Years	
1938	▲ Min	(1884~1888)	▲ Min	{ 1900~1911	Aomori ◎
1944~1945	⊙ Rich	(1917~1921)	Japan Sea ⊙	{ 1887~1907	◎ Hitati
1955~1957	▲ Min (?)	1929~1939	◎ Rich	{ 1897, 1905	◎ Noto
			Max	1908~1912	▲ Bad
		1941~	▲ Bad	1933~1940	◎ Max
		(1941~1947)	▲ Min	1941~1948	▲ Min
		Japan Sea		1955~1956	◎ Rich
SOURCE	* Hokkaidō Gyogyōsi (History of Hokkaidō Fisheries. 1957) and other Manuscripts.		* UDA. M. (1952) J. Tokyo Univ. of Fisheries 38 (3) ITO. S. (1956) YAMAGUTI. K. (1947) etc		* UDA. M. (1957) Teiti Z. Sasazawa (1956): Simokita Hantō Si, S. Nagata (1957) Teiti, T. YAMAGUTI (1947) T. YAMADERA & others

Received Aug. 30, 1957

Table 1 b. Recent fluctuation of the fisheries conditions in the JAPAN SEA.
(△ bad, ▲ very bad, ⊙ good, ◎ rich yields)

	Periods (Interval Years)	Sardine	Tuna	Squid	Herring
1	1868~1905	△	○		○
2	1906~1912	⊙	△		△
3	(1913~1917)	(⊙)		○	◎
4	1917~1921	○		△	(1913~1920)
5	1923~1931	△		○	
6	1932~1940	◎	◎		△
7	1941~1948	△	▲	⊙	○
8	1949~1955	⊙	⊙	◎	△
9	1956, 1957		◎	△	▲

The actual fluctation of fish population (or catch) proceeds on the base line of its natural fluctuation modified by some artificial fluctuation (e. g. fishing intensity or some bad effects of industrial wastes).

Following the pioneer works by F. I. BARANOV[1], J. HJORT[2], M. GRAHAM[3], E. S. RUSSEL[4], W.E. RICKER[5], and M.B. SCHAEFER[6], M. TAUTI[7], J.C. MARR[8], et al, fish population dynamics should be established on the consideration of the fluctuating environmental conditions into the basic constants of the equations (e.g. natural increase $f(P)$, reproduction potential, rate of survival, rate of natural mortality, rate of fishing (k), rate of growth, rate of recruitment, availability, fishing effort (F) etc) to fit the actual fluctuation of fisheries. Following to SCHAEFER[6]

$$\frac{dP}{dt}=f(P)-kP\,F \cdots\cdots(2)$$

(where k, F, P. are all functions of environmental factors.)

In accompany with the movement of predominant warm currents and cold currents the regional zones of favourable catch and unfavourable catch shift and undulate from north to south or from south to north meridionally (y-direction) along the coast and from offing to nearshore or from nearshore to offing laterally (x-direction). As the function of the movements in each directions x, y with velocities c_1, c_2 resp.

$$N=\Phi\ (x-c_1 t,\ y-c_2 t) \cdots\cdots(3)$$

The migration-route of fish shoals approaches to the coast in rich years and next further away from the coast in poor years (e. g. sardine, yellow-tail etc).

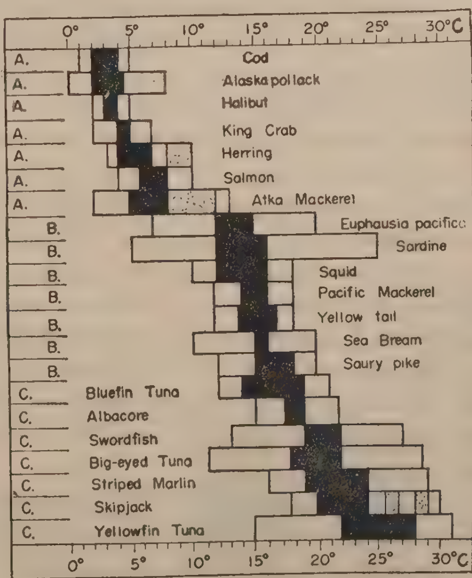


Fig. 1 Optimum water temperature spectra of important fishes in Japan.

Table 2. Phase lag of the mode (maximum) of catch curves and their optimum temperature.

	Fish species	Period I (Years)	Period II (Years)	Optimum Water Temp
A	Herring	1944~1945	——	3°~8°C
A	Atka Mackerel	1944~1948	(1951~1953)	2°~6°(~13°C Youngs)
B	Squid	1941~1943	1951 (1952)	12°~16°C (10°~18°)
B	Sardine	1933~1939	1947~1950	12°~16°C
B	Yellowtail	1942~1943	1951~1952	14°~16°C
B	Pacific Mackerel	1939	1954(1951~52, JAPAN SEA)	13°~18°C
B	Pacific Saury	1932~1940	1955	15°~18°C
B	Horse Mackerel	1940~1941	1954~1957	15°~18°C
C	Bluefin Tuna	1936~1941	1956, 1957	(12°)~14°~19°~(21°C)
C	Albacore	1935~1940	1954~1957	18°~21°C
C	Skipjack	1936~1938	1955~1957	20°~24°C
D	Anchovy	——	1955	17°~19°~(21°C)

The fishing gears fitted to each fishing locality changes from set-net near the coast, in the intermediate waters to purse-seine net, drift gill-net, and to long lines in the offing etc.

We can find those groups of important fish species which show some positive or negative variations respectively and some indicator species for each group (euphausia, copepods, sagitta, needled-puffer, tiny horse mackerel, some kinds of jelly fishes etc.) included.

Seemingly there are some marine biological sequences in the seas and oceans i. e. cold-current group (A), the intermediate group (B), the warm current group (C), and the coastal water group (D) etc. and in addition to them their representative indicator beings. Those groups A, B, C, D appear in succession, corresponding to the order of optimum temperature arranged as the "optimum-temperature spectra" in recent years.

As shown in Fig. 1. and Tab. 1 and 2, the growth and flourishment of C group appear in accompany with the development of warm current contrary to those of A group corresponding to the development of cold current.

Throughout the fluctuation in long years we can distinguish unstable periods and relatively stable periods of at least several or at most ten-several years, referred to some standard level and moreover sea-regions unstable and relatively stable.

The sea conditions in the sea regions on the course of feeding migration, especially near the oceanic fronts, fluctuate greatly and show unstable (rich or poor) catch and in sea-regions near the spawning grounds on the course of spawning migration show comparatively stable catch.

The spawning grounds and nursery grounds move not only from south to north or from north to south but vary relative weights of abundance in the distributed grounds as we see in the cases of sardine, herring etc. The uprupt change in the secular variation are brought by the uprupt growth or decay of warm and cold currents (e. g. in the years of 1923, 1941, 1951). Except the artificicial cause (over-fishing, water pollution etc.)

the ultimate cause of the fisheries fluctuation may be found in the variation of reproduction potential, survival, recruits and availability etc. following to the variation of environmental conditions.

The fisheries fluctuation of some important pelagic fishes (sardine, tunas, salmon etc.) seems to occur in some world-wide scale which may corresponds to the global geophysical variation (climatic changes or the fluctuation of oceanic currents, polar-ice, precipitation and evaporation over the oceans or zonal regions). Even in the case of bottom fishes (haddock, cod etc.) the effects of environments, especially the wind conditions in the larval stage are very serious (HACHEY[8], CARRUTHERS[9]).

Dominant year-classes of the important fish populations (e. g. sardine, herring, bluefin tuna etc.) prevail during several, ten to about twenty years and the appearance of large sized (old aged) fish population without the youngs (small sized) foretell us the warning of the approaching end of fisheries.

The increase of youngs and adults year by year may fortell the growing fishery.

The feeders swarmed on the boundaries of water masses, upwelling, thermocline and thermoanticline, eddies such as loopsacks of warm or cold water masses corresponding to the particular sea-conditions (meander or collision of currents etc.) attract the predators and consequently constitute fisheries grounds. The reversal relations between sardine and anchovy or others may suggest us some law of balance or law of alternative predominance in the seas.

Concerning sardine, mackerel, herring, pacific saury or other fish populations we can find the fluctuation of the spawning grounds in the course of spawning migration-route and the corresponding environmental fluctuation may be the fundamental cause of them.

Special phase for each prosperity of fish populations can be pointed out as we see in Table 1. Table 2.

In conclusion we should define the abundance and maximum sustainable catch as the function of the environmental factors.

References

1) BARANOV, F. V.: 1918. "On the question of the biological foundation of fisheries". (In Russian).

2) HJORT, JOHAN.: 1926. "Fluctuation in the year classes of importaut food fishes". *J. du Cons.* Vol. 1. No. 1.

3 a) GRAHAM, M.: 1935. "Modern theory of exploiting a fishery, and applications to North Sea trawling". *J. du Cons.* Vol. 10. No. 3.

3 b) GRAHAM, M.: 1956. Sea Fisheries. (Edited by him). London Ed, Arnold.

4) RUSSEL, E. S.: 1931. "Some theoretical considerations on the "Overfishing problem". *J. du Cons.* Vol. 6. No. 1.

5) RICKER, W. E.: 1944. "Further notes on fishing mortality and effort", *Copeia.* No. 1.

6) SCHAEFER, M. B.: 1954. "Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries". *Intern. Amer. Tropical Tuna Comm. Bull* Vol. 1. No. 2.

7) TAUTI, M.: 1949. SUISAN BUTURIGAKU. (In Japanese). Asakara.
: 1956. SUISAN SIGEN BUTURIGAKU. (Lecture print, unpublished).

8) Marr, J. C. : 1951. "On the use of the Terms Abundance, Availability and Apparent Abundance in Fishery Biology". *Copeia*. No. 2.

9) Hachey, H. B. : 1955. "Water replacement and their signigicance to a fishery". Papers in Marine Biology and Oceanogr. Suppl. to Vol. **3**. of *Deep Sea Research*.

10) Carruthers, J. N. : Lawford, A. L., Veley, V. F. C. and Parrish, B. B. : 1951. "Variations in brood-strength in the North Sea Haddock in the light of relevant wind conditions". *Nature*, **168**. 317—319.

マグロ延縄の釣獲分布からみたキハダ魚群の構造について

平 山 信 夫
(東京水産大学)

On the School of Yellow-fin Tuna, *Neothunnus rarus* (K.), being supposed from the Distribution of Catch on Tuna Long-line

Nobuo Hirayama

In this study the distribution of catch on tuna long-line is analysed and the configuration of yellow-fin tuna in its school is proposed (Table).

魚群が漁具（刺網・延縄の如き横に拡がりをもつた）を横切つて通過するとき，その内の何割かが獲れ，魚群を特徴ずける何らかの形を漁獲の分布上に表わすものと考えられる。延縄の釣獲分布が示す漁獲魚の粗密の模様が魚群の拡がり及び構造を説明しているという仮定からキハダ魚群について，昭和 30 年4月8日から5月6日の期間西部印度洋で得られた日魯漁業株式会社第 21 黒潮丸の資料によつて，解析を試みた。

漁獲の水平分布を一鈎毎に幹縄に沿つて調べると顕著ではないが，漁獲魚間に粗密の模様が現われる。比較的濃い群をなすような魚群であれば粗密な箇所を一つ一つ分離して解析出来るが，マグロ延縄漁具の構造*, 1) からいつて困難であるので次のように取扱つた。

魚群が延縄に遭遇した場合，魚群の中心は密に，それを離れるに従い疎に漁獲魚が分布するであろうと考えられる。依つて，個体間隔を鈎数 h で数え，h に対する頻度数を $f(h)$，1操業で遭遇した魚群の数を n，一つの魚群から得られる漁獲物の相互間の間隔の限界値を h_{max} とおけば，一つの魚群の拡がり，R は鈎数で次式の如く示される。

$$R=\frac{1}{n}\sum_{h=1}^{h_{max}} hf(h)$$

上式に従つて実際の資料について計算を行つてみる。h_{max} の値は次のように推定した。Fig. 1 は h と $f(h)$ との相関図の一例であるが，各場合について $h=7\sim13$ の間に前後に較べて頻度の大きい所が認められる。これは魚群相互間隔がこの辺に多いものと考えられるので h_{max} はこれより小さい値を示す筈である。依つてこの山の出現する前の h を h_{max}** と定めると

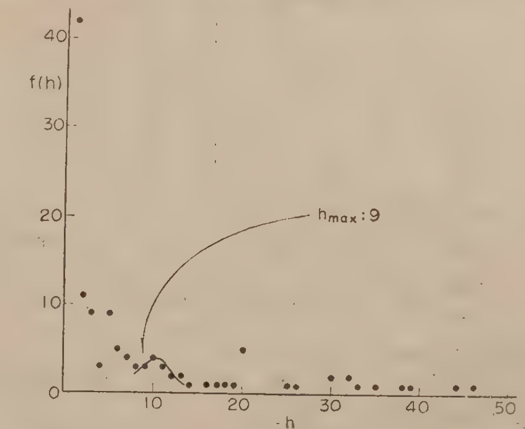


Fig. 1. Frequency distribution of h (observed on Apr. 8). h : distance between adjacent two catches represented in number of hook, $f(h)$: frequency of h, h_{max} : limited value of adjacent two catches from this diagram.

1957 年8月 30 日受理

* 漁獲魚間の最小単位が鈎の間隔では大き過ぎる。

** $h_{max}=10$ でこれを長さで示すと，この延縄では投縄時の浮子の間隔は 200 m 程度で，一鉢には4本の鈎がついているから $200\times10/4=500$ m となる。

Fig. 1 に示すような値が得られる。又 n は漁獲の水平分布 (Fig. 2) のモード数から求めた。

これらの値を使つて各例について R を求め，更に鉤の間隔を浮子間隔から求めてキハダ魚群の拡がりを m で示すと Table 中に示す数値を得る。

なおこの航海中キハダマグロの日々の間引率は田内の方法[2]で 0.02[3] と知られたので 1 魚群を構成する個体数 S は日々の間引率を ϕ で示せば

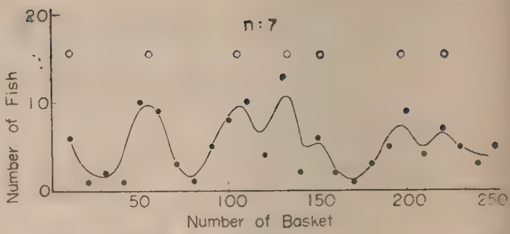


Fig. 2. Horizontal distribution of catch along the main line (observed on Apr. 8).
o : supposed position of the center of a shoal, n : number of each shoal.

Table. Showing the relation between h and $f(h)$; presumptive values of n and h_{max} ; calculated values from these presumptions.

	$f(h)$												
Date	Apr. 8	10	12	14	15	16	19	20	22	27	29	May 1	6
n	7	7	7	8	5	4	7	6	6	7	7	6	5
h_{max} / h	9	10	12	10	11	9	9	13	9	9	11	6	8
1	42	67	10	45	22	9	29	28	24	132	38	47	34
2	11	30	7	25	4	4	19	18	12	39	17	21	15
3	9	17	4	22	2	4	8	6	6	27	17	18	5
4	3	22	2	16	7	2	8	9	7	17	13	14	10
5	10	9	0	11	3	4	5	1	7	15	8	10	10
6	5	10	0	7	3	4	9	4	3	13	8	2	6
7	4	6	0	8	6	4	4	5	4	9	7	4	2
8	3	6	2	7	5	3	5	7	3	5	5	8	2
9	3	7	3	5	5	1	2	4	3	3	4	4	5
10	4	1	1	4	5	2	7	7	5	7	6	2	3
11	3	3	5	5	1	0	4	6	3	4	2	4	4
12	2	7	0	4	2	3	3	2	2	3	2	2	4
13	2	3	0	4	2	1	4	2	2	0	4	3	4
14	1	2	0	5	2	0	3	3	0	0	2	2	2
15	0	3	1	3	1	0	0	7	2	0	2	1	1
The rest is omitted													
$\sum f(h)$	123	203	55	179	83	62	127	125	106	282	148	157	122
$R=\frac{1}{n}\sum_{h=1}^{h_{max}} hf(h)$	37.5	76.2	21.7	64.9	57.0	40.5	41.1	76.7	37.7	91.7	67.1	43.5	47.0
Distance between two end points of a main line in operating (in metre)	176	191	218	210	205	190	231	185	207	207	191	187	202
Extent of a shoal (in metre)	1650*	3600	1180	3400	2910	1900	2380	3530	1950	4750	3210	2040	1380
S Number of fish constituted a shoal	1480**	2420	665	1870	1400	1310	1520	1750	1490	3370	1770	2200	2050

* The distance between floats is 176 m., R is 37.5 and a basket has 4 hooks. Therefore the extent was calculated at $(37.5 \div 4) \times 176 = 1650$ m..

** $\sum f(h) = 123$, $n = 7$ and $\phi = 0.012$. Therefore S was calculated at 1480 from $S = \{1 + \sum f(h)\}/n\phi$.

$$S \doteqdot \frac{1+\sum f(h)}{\phi N}$$

で求められる。結果は Table 下欄に示す。

魚群が漁具に遭遇した場合，縄に沿うて左右に拡つて行くことも考えられるから，実際には計算で示された値よりは魚群の拡がりは小さいものであろう。又 1,400～4,500 m の巾をもつた魚群が一つにまとまつた行動をするとは考えにくいので，一つ一つにまとまつた行動をする魚群の一つの集団と考えてよかろう。そしてこのような集団が海洋に点在することは鈎数で幾 10 といつた間隔が Fig. 1 にあらわれることによつても窺がわれる。

本調査研究に当り終始御懇切な御指導並びに論文の御校閲を賜つた田内森三郎博士，調査航海及び資料蒐集に際し，御便宜を頂いた日魯漁業株式会社菅野進氏，井原祐一氏並びに第 21 黒潮丸乗組員の諸氏に衷心より謝意を表する。

文　　献

1) Yoshihara, T. : On the distribution of catches on tuna long-line, *The Journal of the Tokyo University of Fisheries*, 41 (1), 1954.

2) 田内森三郎 : 漁獲性能，1954 年本学会秋季大会に講演

3) 平山信夫 : 鮪延縄漁業の漁獲性能—II. 西部印度洋に於ける鮪延縄漁業の漁獲性能について，1955 年関東支部 12 月例会に発表

アリューシャン水域に於けるギンダラの仔稚魚*

小 林 喜 雄
(北海道大学水産学部)

Larvae and youngs of the sablefish, *Anoplopoma fimbria* (PALLAS), from the sea near the Aleutian Islands

Kiyu KOBAYASHI

Some specimens of the sablefish, *Anoplopoma fimbria* (PALLAS), were collected by a larva net, from aboard the training ship "*Oshoro Maru*" of Hokkaido University, in 1955 and 1956. The results obtained from observations on these samples revealed the following facts.

1. Sixteen specimens of larvae and youngs of the sablefish were collected from nine stations of the sea off the Aleutian Islands.

2. These specimens were collected from July 8th to August 13th, in two successive years. They were 11.3—30.2 mm in total length.

The minimum specimen of 11.3 mm was collected on July 8th, and the maximum one of 30.2 mm on August 13th.

3. The rate of increase of head is about 0.3 mm to 1 mm in total length. Head length is about 24 % of total length in the specimen of about 20 mm overall length.

Anus takes the place nearly in the middle of body, and the increase of the distance from the tip of snout to anus is about 0.5 mm to 1 mm in total length.

4. The minimum specimen of 11.3 mm in total length has larval fin form, but in the specimen of about 18 mm in total length, fin rays have developed in the second dorsal and anal. At the stage of *ca.* 22 mm in total length, fin rays are developing in the first dorsal fin, and number of fin rays of the second dorsal, anal and pectoral fins have reached their full number. The ventral fin developed when specimen reached about 18 mm, rays were ascertained at ca 25 mm, and their full number was attained at about 30 mm in total length, respectively. Fin rays of the first dorsal reach the full number at maximal total length of 30.2 mm, but they are of unfinished form.

5. Body color is blackish-brown, and becomes darker as the specimen grows older. Especially, the latter half of pectoral fin turns jet-black ; this is a distinguishing trait.

緒 言

北海道沿岸よりアリューシャン列島を中心として，南 California 水域に亘り広く分布する，ギンダラ *Anplopoma fimbria* (PALLAS) に関しては，JORDAN & GILBERT (1882)，JORDAN & EVERMANN (1898) を始めとし，EVERMANN & GOLDSBOROUGH ('07)，SCHULTZ ('36)，TARANETZ ('37)，丸川 ('39)，CLEMENS & WILBY ('49)，疋田 ('50)，ROEDEL ('53)，松原 ('55) 等に依り，分類学的にそれぞれの水域より報告があり，又北西太平洋水域に於ける漁業及び資源に就いて，GHARRETT, J.T. ('54) の主宰に依り，総合的に研究され報告されて居る。(*Pacific Mar. Fish. Com. Bull.* (3)，1～130) 然し其の生態に関しては BROCK, V.A. ('40) が体長 21～35 mm の幼魚に就いて述べて居る他，THOMPSON, W.F., JR. ('41) 及び BELL, F.H. & GHARRETT, J.T. ('45) が産卵期等に就いて僅かに触れて居るのみで，其の仔稚魚期の形態の詳細に就いては殆んど報告が無い。

1957 年8月 31 日受理
* おしよろ丸北洋調査報告 No. 7.

筆者は 1955 年並びに 1956 年北海道大学練習船おしよろ丸によつて得られた稚魚の内，ギンダラの仔稚魚 16 個体に就き検討した結果，其の仔稚魚期に於ける形態に関して知る事が出来たので此処に報告する。
猶本稿を草するに当り，本研究の端緒を与えられ，終始御指導を賜つた本学佐藤信一教授に謝意を捧げるのである。又資料の採集に際し御協力を戴いた，おしよろ丸船長藤井武治氏以下乗組みの諸氏，並びに1955年及び 1956 年度おしよろ丸北太平洋海洋観測団長元田茂教授並びに斎藤市郎教授以下観測員の諸氏に感謝する。

材　　料

標本は 1955 年6～8月及び 1956 年7～8月の間，おしよろ丸に依り，口径 130 cm，長さ 450 cm（綟網 300 cm＋GG 54.150 cm）の稚魚ネットを平均約2節で 10 分間曳網して採集した。標本は採集後直ちにホルマリン液で固定した。
1955 年及び 1956 年の全採集位置並びに採集資料の概要は海洋調査漁業試験要報に報告した。（海洋漁業要報，第1号，(1957)，北大水産）
即ち，本種の得られたのは主としてアリューシャン列島近海の水域で，本種の採集された水域を中心とし採集点を示すと図の如くである (Fig. 1)。又本種の採集された期間は表に見られる様に，両年を通じて7月8日より8月 13 日の間であつた (Table 1).

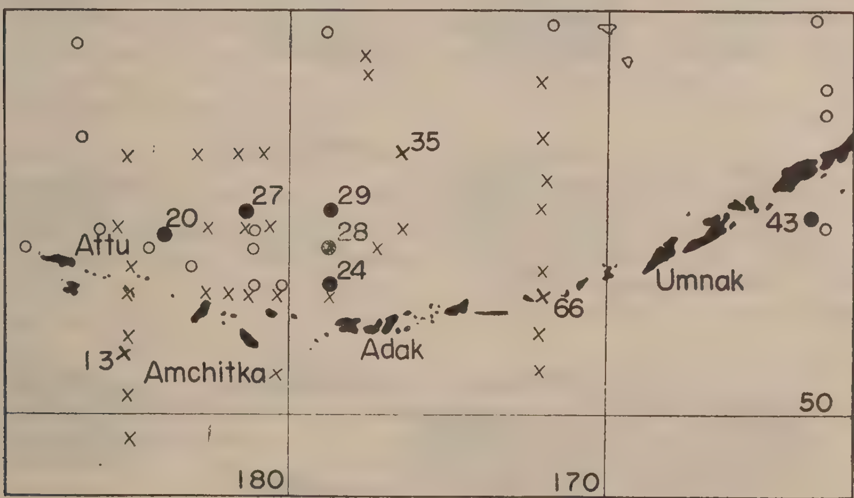


Fig. 1. Stations and collection-sites of larvae and youngs of the sablefish, *Anoplopoma fimbria* (PALLAS), by "*Oshoro Maru*" in 1955 and 1956.
○ : stations in 1955　● : collection-sites of the sablefish larvae and youngs in 1956
× : stations in 1956　× : collection-sites of the sablefish larvae and youngs in 1956

仔稚魚の形態

蒐められた標本の内より，各成長段階に於ける代表的なものに就いて，それ等の形態を見ると以下の如くある (Fig. 2 参照)。

"A"　全長 11.3 mm ; 頭長 1.8 mm ; 吻端より肛門迄の距離 5.4 mm。
仔魚膜は背側では後頭部より巾広く発達し，又腹側ではほぼ胸鰭基部附近より始り，特に肛門より尾部にり，巾広く存在し，尾鰭部に於いて特に明瞭な区劃は無く，むしろ一様に発達する。
鰭条は胸鰭に僅か8条を認める他，背鰭，臀鰭には全く未発現である。尾鰭には尾索が僅かに彎曲し乍ら

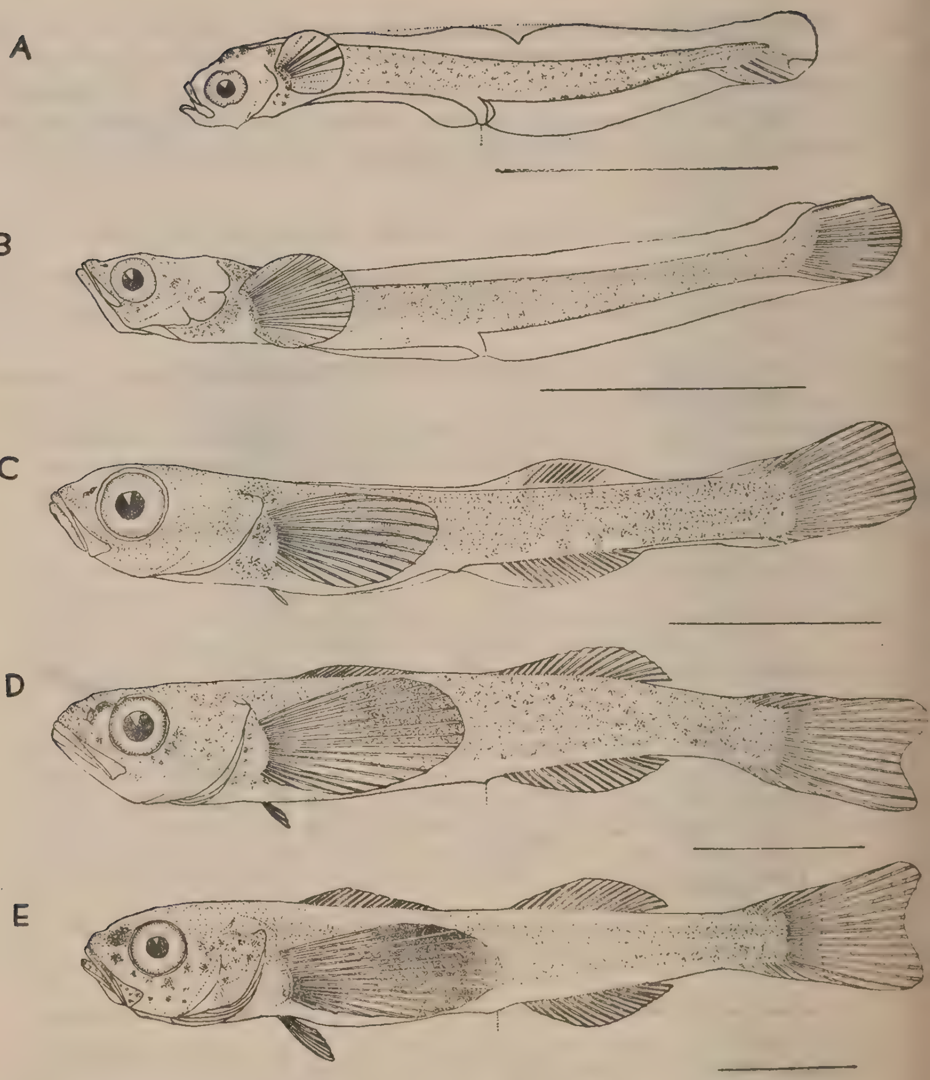


Fig. 2. Larvae and youngs of the sablefish, *Anoplopoma fimbria* (Pallas) :
A. 11.3 mm in total length ; B. 15.3 mm long ;
C. 19.8 mm long ; D. 25.7 mm ; E. 30.2 mm long.

強く延び，その下方に約5本の鰭条が数えられる。

体側には淡褐色素胞が散在し，背面では僅かに密で，頭頂及び後頭部に僅かに濃密部がある。又臀鰭基底となる部分に稍々密に並ぶ。胸鰭及び尾鰭部は無色である (Fig. 2, A)。

"B" 全長 15.3 mm ; 体長 12.8 mm ; 頭長 2.9 mm ; 吻端より肛門迄の距離 7.2 mm。

仔魚膜は背側及び腹側に比較的巾広く存在し，尾索が尾鰭の上縁を縁取つて僅かに段状となるが，尾鰭後縁はほぼ円形を呈する。

鰭条は胸鰭に 13 条が数えられ，尾鰭に約 15 条が認められるが，背鰭，臀鰭には未だ原基も認められな

い。

鼻孔は1個の開孔として認められる。

体の背面は褐色で，体側には黒褐色素胞が散在する。背鰭の後半縁辺部に黒色素胞が僅かに散在する (Fig. 2, B)。

"C" 全長 19.8 mm ; 体長 17.3 mm ; 頭長 4.7 mm ; 吻端より肛門迄の距離 10.1 mm。

仔魚膜は肛門と臀鰭の間に比較的大きく，又肛門の前方腹部にも僅かに残る。

鰭は未だ発達弱く，第1背鰭では鰭条の原基も認められない。第2背鰭に約 13 条，胸鰭には約 15 条何れも未だ定数に達して居ない。然し臀鰭では 17 条が数えられ，比較的良く発達して居り定数に達して居る。尾鰭の上縁には僅かに尾索が残り，上縁を僅かに段状に区切るが，明瞭ではない。又尾鰭の後縁は斜截形となつて居る。腹鰭は小さく鰭条は全く発現して居ない。猶胸鰭は長く延長するが，其の先端は僅かに肛門に達しない。

鼻孔は2個の開孔として明瞭である。又鰓皮条は6条が明瞭に認められる。

体は全体に黒褐色で背側では次第に濃くなつて居る。鰭は胸鰭を除いて何れも無色であるが，胸鰭では後半が漆黒色となつて居る (Fig. 2, C)。

"D" 全長 25.7 mm ; 体長 20.8 mm ; 頭長 6.3 mm ; 吻端より肛門迄の距離 12.5 mm。

仔魚膜は肛門と臀鰭との間に極めて僅かに認められる外，全く消失し，各鰭は殆んど完成される。即ち鰭条は第1背鰭 17 条，腹鰭4条は何れも未だ定数に達しないが，第2背鰭 17 条，臀鰭 17 条，胸鰭 16 条は何れも定数に達する。尾鰭の後縁は比較的緩く2叉し，又胸鰭は長く延長して其の先端は肛門に達する。

鼻孔は2個明瞭で，上下顎はほぼ等しく合する。又鰓皮条は6条明瞭に認められる。

体は全体に黒褐色で，鰭は胸鰭を除いて何れも無色である。胸鰭の後半は漆黒色で顕著な特徴を示す (Fig. 2, D)。

"E" 全長 30.2 mm ; 体長 25.4 mm ; 頭長 7.5 mm ; 吻端より肛門迄の距離 15.3 mm。

各鰭は良く発達し，鰭条は何れも定数に達する。即ち第1背鰭 19 条，第2背鰭 16 条，臀鰭 17 条，胸鰭 16 条，腹鰭6条が形成され，尾鰭では関節が明瞭に認められ，第2背鰭及び臀鰭に於いても中部軟条には関節が認められる。然し第1背鰭は他の鰭に比し，比較的発達は遅く，鰭条数は成体に於ける 17～21 条の定数に含まれるが，其の高さは成体のそれに比して低い。又胸鰭は長く延長して，其の先端は臀鰭起部近くに達する。尾鰭の後縁は比較的緩く2叉する。

鼻孔は2個明瞭で，上下顎はほゞ等しく合する。又鰓皮条は6条明瞭である。

体は全体に黒褐色で guanine が極めて僅か乍ら，ほぼ一様に散在する。胸鰭後半の漆黒色部は特に明瞭で顕著な特徴を示す (Fig. 2, E)。

考　　察

次に蒐められた材料を通じて，本種の仔稚魚期に於ける体の各部の形成状態を考察すると以下の如くである (Table 1 参照)。

"頭長" 頭長は第1表に示す様に全長の 15.9～25.4 % で，ほゞ全長 20 mm 前後に達し，成魚のそれに近い 24 % を占める様になる。猶全長 (x) に対する頭長 (y) の増加率 (b) に就いて見ると下表の如くである。

total length	n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	b	a
11.3—30.2 mm	16	20.07	4.56	0.286	−1.06

即ち全長 1 mm に対する頭長の増加は約 0.3 mm なる事が知られる。

"肛門の位置" 吻端より肛門迄の距離を全長に対する百分率で示し，肛門の位置に就いて検討した。即ち

Table 1. Measurements and counts of larvae and youngs of the sablefish, *Anoplopoma fimbria* (Pallas). ( ) : unifinished form

Date	St. No.	T.L. (mm)	B.L. (mm)	H.L. in T.L. %	s～a in T.L. %	Ⅰ. D.	Ⅱ. D.	A.	P.	V.
'55, Ⅶ, 8	20	11.3		15.9	47.8				(8)	
'55, Ⅶ, 11	24	11.3		22.1	52.2				(13)	
'55, Ⅶ, 10	27	12.8		17.1	47.6				(10)	
'55, Ⅶ, 11	29	14.8	12.2	21.6	51.3				(15)	
〃	24	15.3	12.8	18.9	47.0				(13)	
'55, Ⅷ, 28	28	15.4	13.7	20.1	49.3				(14)	
'55, Ⅶ, 11	29	18.1	15.3	21.5	49.7		(14)	(15)	(14)	
'56, Ⅶ, 22	13	18.7	16.0	24.0	49.7		(16)	(17)	(16)	
〃	〃	19.8	17.3	23.7	51.0		(13)	17	(15)	
'55, Ⅶ, 11	24	20.0	17.0	21.5	46.5		(13)	(16)	(13)	
'56, Ⅶ, 31	35	22.2	17.7	24.3	49.1	(16)	16	18	16	
〃	〃	25.7	20.8	24.5	48.6	(17)	17	17	16	(4)
'55, Ⅶ, 20	43	26.3	21.7	25.4	51.3	(18)	(14)	17	16	(4)
〃	〃	29.3	24.7	23.5	51.5	(10)	17	18	17	6
〃	〃	30.0	24.9	24.0	50.6	(11)	18	19	16	6
'56, Ⅷ, 13	66	30.2	25.4	24.8	50.6	19	16	17	16	6

第1表に見られる様に吻端より肛門迄の距離（s—a）は，全長の 46.5～52.2％ を占め，此の資料を通じて，本種の仔稚魚期に於ける肛門は体のほゞ中間に位する事が知られた。猶全長（x）に対する吻端より肛門迄の距離（y）の増加率（b）に就いて見ると下表の如くである。

total length	n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	b	a
11.3—30.2 mm	16	20.07	10.00	0.503	−0.1

即ち全長 1 mm に対する吻端より肛門迄の距離の増加は約 0.5 mm なる事が知られる。

"鰭" 各鰭の構成に就いて第1表に従つて考察すると以下の如くである。

仔魚膜は全長 15 mm 前後で尾鰭が背鰭及び臀鰭と区劃され、全長 20 mm 前後では未だ肛門前位に残るが，全長 25 mm 前後では殆んど全く消失し，第1背鰭も劃然として来る。

第1背鰭は全長 22 mm 前後より鰭条が形成され始め、本資料中最大の全長 30.2 mm の標本で 19 条が数えられ、一応親魚の定数に達して居り，全長 30 mm 前後が第1背鰭の完成期と推察される。

第2背鰭は全長 18 mm 前後より鰭条が形成され始め，全長 25 mm 前後で定数に達する

臀鰭は第2背鰭と殆んど同じく，全長 18 mm 前後で鰭条が始めて認められ、全長 25 mm 前後で定数に達する。

胸鰭は得られた資料中最小の全長 11.3 mm のもので，すでに不完全乍ら約 8 条が数えられるが，定数が揃い完成されるのは，第2背鰭及び臀鰭と同じく、全長 25 mm 前後と推定される。又胸鰭の先端は全長 20 mm 前後では未だ肛門に達しないが，全長 25 mm 前後で肛門に達し、全長 30 mm 前後では肛門を越えて、臀鰭起部附近に達する。此の 20～30 mm のものに見られる延長した胸鰭は本種の稚魚期に於ける顕著な特徴である事は Broock ('40) も述べて居る。

腹鰭は全長 18 mm 前後で形成され始めるが，鰭条は全く認められず、全長 25 mm 前後より鰭条が形成され始め，全長約 30 mm で完成される。

尾鰭は本資料中最小の全長 11.3 mm のものでは、未だ仔魚膜は背鰭及び臀鰭部とは区劃されないが、鰭

条は不明瞭乍ら約5条が数えられ，全長 20 mm 前後で鰭条は殆んど完成され，脊索の末端は消え，全長 25 mm 前後では後縁が2叉して来る。

"体色" 全長 11 mm 前後のものでは体側に褐色素胞が散在し，又頭部にも僅かに点在するのみであるが，間も無く体はほゞ一様に淡褐色となり，全長約 18 mm で黒色素胞が背面に特に多く現れ，体側部にも散在する。黒色素胞は次第に増して全長 25 mm 前後では体は淡黒褐色となり，頭部も次第に黒色部が多くなつて来る。guanine は全長 30.0 mm のものでは殆んど認める事が出来ないが，全長 30.2 mm の個体で極めて僅か乍ら，ほゞ体一面に散在するのが認められる。

鰭は胸鰭を除いて何れも無色である。胸鰭は最小の全長 11.3 mm の2個体では何れも無色であるが，全長 14.8 mm のものでは，胸鰭先端に極く僅かに褐色点として認められ，全長 15.3 mm のものでは明瞭に黒色点として認められる。後次第に此の黒色部は拡がつて，全長 20 mm 前後のものでは胸鰭後半は漆黒色となり，非常に顕著な特徴を示す。

摘　　要

1955 年及び 1956 年,北海道大学練習船おしよろ丸で，稚魚ネツトに依つて得た，ギンダラ *Anoplopoma fimbria* (Pallas) の仔稚魚の形態等に就いて下記の事を知る事が出来た。

（1） ギンダラの仔稚魚は 1955 年6～8月，1956 年7～8月に亘る間，計 148 点の採集点中アリューシャン列島周辺水域に於ける9採集点で 16 個体が得られた。

（2） 両年の資料を通じて見ると，全長は 11.3～30.2 mm で，最小の 11.3 mm のものは7月8日に，最大の 30.2 mm のものは8月 13 日に得られて居り，採集された 16 個体は全て此の期間内に得られて居る。

（3） 頭長は全長 1 mm に対し，約 0.3 mm の増加率を示し，全長 20 mm 前後で，成魚のそれに近い 24 % を占める。

肛門の位置は体のほゞ中間に位し，吻端より肛門迄の距離は，全長 1 mm に対し，約 0.5 mm の増加率を示す。

（4） 最小の全長 11.3 mm のものでは仔魚膜の状態であるが，全長 18 mm 前後で第2背鰭，臀鰭に鰭条が形成され始め，約 22 mm で第1背鰭に鰭条が形成され始めて，第2背鰭，臀鰭，胸鰭等の鰭条は定数に達する。又 18 mm 前後で腹鰭が形成され始め，25 mm 前後で鰭条が現れ，30 mm 前後で定数に達する。猶第1背鰭の鰭条は最大の 30.2 mm のもので定数に達するが，鰭は未だ低く不完全である。

（5） 体は成長に伴つて黒褐色が強くなる。特に胸鰭後半が漆黒色となり，顕著な特徴を示す。guanine は最大の 30.2 mm のものに極く僅かに散在するのが認められた。

文　　献

1. Clemens, W. A. & Wilby, G. V. (1949). Fishes of the Pacific coast of Canada. *Fish. Res. Board Canada. Bull.* (68), 239—240.
2. Bell, F. H. & Gharrett, J. T. (1945). The Pacific coast blackcod, *Anoplopoma fimbria*. *Copeia*, (2), 94—103.
3. Brock, V. A. (1940). Note on the young of the sablefish, *Anoplopoma fimbria*. *Copeia*, (4), 268—270.
4. Evermann, B. W. & Goldsborough, E. L. (1907). The fishes of Alaska. *Bull. Bur. Fish.* **26**, 290.
5. 疋田豊彦 (1950). 噴火湾の魚相に就いて（I）. 北水孚報告. **5** (2), 13.
6. Jordan, D. S. & Evermann, B. W. (1898). The fishes of North and Middle America. *Bull. U. S. Nat. Mus.* (47), 1861—1862, Fig. 675.
7. ———— & Gilbert, C. H. (1882). Synopsis of the fishes of North America. *Bull. U. S. Nat. Mus.* (16), 649—650.

8. 丸川久俊 (1939). ぎんだらに就いて. 水研誌. **34** (7), 220～221.

9. 松原喜代松 (1955). 魚類の形態と検索. 1098. 東京.

10. Roedel, P. M. (1953). Common ocean fishes of the California coast. *California Fish. & Game, Fish Bull.* (91), 138.

11. Schultz, L. P. (1936). Keys to the fishes of Washington, Oregon and closely adjoining regions *Univ. Wash. Pub. Biol.* **2** (4), 170.

12. Taranetz, A. J. (1937). Handbook for identification of fishes of Soviet Far East and adjacent waters. *Bull. Pacific Sci. Inst. Fish. Oceanogr.* **11**, 95.

13. Thompson, W. F. Jr. (1941). A note on the spawning of the black cod, *Anoplopoma fimbria. Copeia*, (4), 270. (直接参照し得ず)

鮪延縄漁業における揚り縄について

本　多　勝　司
（東京水産大学）

On the Line Disused after Tuna Long-Line Fishings

Katsuji HONDA

Various conditions effected in tuna long-line operation were investigated on fishing boats belonging to Misaki port at Kanagawa Pref. (Table 1).

Some properties of tuna long-line already out of use were examined. (Table 2)

The results obtained are as follows:-

1) The diameters of various tuna long-lines after use were found to have decreased by about 10% compared with untreated ones.

2) The force needed for bending a tuna long-line supported by two knife-edges were measured. (Fig. 1(A)) If the curvature and the span are constant, the relation of the force for bending, W, to the radius of line, r, is empirically formulated as $W=Kr^{3.2}$. For the change of curvature and the span of 1.0 cm. and 10 cm., respectively, value of K is given in Table 3.

3) The strengths of lines before and after use are nearly the same (Table 2). Durability against fatigue decreased with operations (Fig. 2). The disused lines were weak against fatigue compared with the unused (Table 4).

神奈川県三崎港を基地とする鮪漁船について，(1) 揚り縄とする目安，(2) 操業中に縄の傷められる原因，(3) 操業中縄に切断事故の起きる原因等について調査した結果は Table 1 のようで，(1)については，縄のすれ具合を第1とし，操業期間又は回数，操業中の切断の増加及び揚り後の利用等が次ぎ，(2)については船体及びラインホーラー等による擦れが大部分で，防腐処理不充分，揚縄の不馴れ，縄のもつれ及び波浪による衝撃等が次ぎ，(3)については，縄にきずがあるとき，擦れ多いときが大部分で操船のまずさ，魚族のかかりすぎ，海況の悪いとき等が次いでいた。大型船ではラインホーラーの揚縄速度が時間当り 35〜40 鉢で小型船や漁艇より幾分早く，操船も大型船（350 屯以上）では小型船ほど軽快でないと思われるが，これ等は何れも大型船と小型船とで甚だしい違いは見られないようである。

そこで当業者が揚り縄としたものについて特異な点を知るために，三崎港を基地とする鮪漁船から得た資料を新品* と比較検討した。結果は Table 2 の通りで，次の4項に要約することができる。

1) 擦れの程度： 揚り縄の大部分は著しく擦れ，表面のコールタールは殆ど脱落し，撚目は磨滅し，縄は円筒状をなし，径は使用前に比べて 9 匁縄で 90.2 %，10 匁縄で 91.6 %，11匁縄で 88.0 %となりほぼ1割内外小さい。

2) 縄の剛さ： 玆では縄に一定の湾曲を与えるに要する力でもつて，縄の剛さを表すことにして，Fig. 1(A) の方法によつて長さほぼ 13 cm の縄を用いて，2 匁間隔を 10 cm で，中央に吊した錘が 1 cm降下するときの力を測つた。

網糸のばあい[1] と同様，Fig. 1 でみるようにこの力 W は縄の半径 r に対してほぼ次式の関係にある。

$$W=Kr^{3.2}$$

K の値は Table 3 にあるように，縄の種類と状態で違うが，揚り縄では特に大きい。

3) 揚り縄の疲れ： 揚り縄の強さは平均して乾時に 9 匁縄で 177 kg，10 匁縄で 192 kg，11 匁縄で 206 kg 位；湿時に 9 匁縄で 160 kg，10 匁縄で 170 kg，11 匁縄で 200 kg 内外で，使用前に比べて余

* 当業者が使用するものと同一の処理をしたもの

第1表　各種要因とその割合
Various conditions and their relative weight

漁船名 Fishing-boat	瓲数 Tonnage	揚りものとする際考慮する点 The points considered as worthless line for use					使用中傷む原因 Weakening factors in operation								縄に切断事故の起きる原因 The causes for line breaking in operation					
		操業回数又は期間 Number or period of operations	縄のすれ具合 Degree of wear	操業中の切断の増加 Weakening in operation	揚り後の使用を考え Use for another gear	その他 The rest	防腐処理不充分 Insufficient preservation	擦れ wear ラインホーラー By line hauler	船側 By boat side	キール By keel	波浪による衝撃 Shock caused by waves	揚縄の不馴れ Bad operation in hauling line	縄のもつれ Tangle of line	その他 The rest	擦れ多きとき Increasing worn part	縄にきずのあるとき Cracks on line	操船上の不備 Bad boat operation	海況悪きとき Bad condition of sea	魚のかかりすぎ Overmuch angling	その他 The rest
No. 5 Seisho-Maru	180	0	4	5	1	0	4	4	1	1	0	0	0	0	3	3	1	3	0	0
No. 1 Sansei- 〃	121	5	4	0	1	0	0	5	2.5	1.5	0	1	0	0	1	5	.5	2	1.5	0
No. 1 Azuma- 〃	135	1	5	3	1	0	1	3	.3	1	1	1	0	0	3	3	1	1	1	1
No. 10 Yūsho- 〃	151	4	5	0	0	1	1	4	1.5	.5	.5	1.5	0	1	4	4	1	.5	.5	0
No. 3 Sakuya- 〃	153	4	6	0	0	0	0	1	.5	6	.5	2	0	0	2	4	1	1	2	0
No. 5 Kaikata- 〃	157	4	3	2	1	0	1	4	1	2	1	1	0	0	1	5	1	1	1	1
No. 5 Hōshu- 〃	177	.5	1.5	8	0	0	0	1	2	0	2	0	5	0	0	8	0	1.5	.5	0
Kyoei- 〃	184	2	4	2	2	0	0	1	5	3	1	0	0	0	3	5	1	.5	.5	0
No. 13 Marutaka- 〃	188	4	5	1	0	0	.1	3	2.6	4	.3	0	0	0	2	6	.1	.5	.5	.9[1]
Kenyo- 〃	243	0	0	0	0		1	1.5	3	3.5	.5	.5	0	0	3	3	1.5	1	.5	1
No. 18 Matsusei- 〃	310	.3	9	.4	.3	0	.5	3	1.5	1	.5	3	0	.5	2	3	2	1	1.5	.5
No. 10 Kōyō- 〃	316	5	4	1	0	0	3	3	1	1.5	0	1.5	0	0	2.5	7	0	.4	.1	0
No. 15 Taiyō- 〃	323	0	9	.5	.5	0	0	1.5	2	5	1	.5	0	0	4	4	0	2	0	0
Nanryu- 〃	342	0	3	5	1	1[2]	1	5	1	.5	0	1	1.5	0	2	5	.5	1	0	1.5[3]
No. 2 Nitto- 〃	349	1.5	6	2	.5	0	1	.5	5	1	0	.5	2	0	1.5	5	.5	.5	.5	2[4]
No. 12 Shinpō- 〃	350	4	3	2	1	0	1	2	4	2	0	1	0	0	2.5	2.5	2	2	1	0
Nagasaki- 〃	351	2	4	3	1	0	1	2	2	3	0	2	0	0	2.5	5	.5	1	1	0
Ōtone- 〃	372	.5	7	2.5	0	0	0	.5	5	0	0	0	4	.5	1	7	.5	.5	1	0
〃	〃	1	5	4	0	0	0	1	2	7	0	0	0	0	4	3	0	3	0	0
No. 12 Konpira- 〃	388	6	4	0	0	0	0	3	4	0	0	2	0	1	0	2	2	0	4	2
No. 26 Hōko- 〃	555	5	5	0	0	0	1.5	5	1	1	0	1.5	0	0	7	1.4	1	.3	.3	0
No. 15 Kuroshio- 〃	410	.5	8	.5	1	0	2	.5	2	0	0	.5	4	1	0	8	1	0	0	1
No. 15 Kotoshiro- 〃	700	1	5	3	.5	.5	2	.5	1.5	1	1	1	2	1	2	3	.5	1	1.5	2[5]
Kinryu- 〃	748	4	6	0	0	0	0	0	3	5	0	2	0	0	2	5	2	.2	.2	.6[6]
Average (Total)		2.4	5.2	2.0	.51	.12	.88	2.3	2.4	2.1	.39	.98	.77	.21	2.3	4.5	.86	.98	.80	.56
〃, Small type boat (Below 350 tons)		2.2	4.9	2.1	.44	.14	.91	2.7	2.2	2.1	.55	.90	.57	.10	2.3	4.7	.74	1.1	.67	.53
〃, Large type boat		2.7	5.2	1.7	.39	.56	.82	1.6	2.7	2.1	.11	1.1	1.1	.39	2.3	4.1	1.1	.89	1.0	.62

1) Cut by sharks, 2) In spect of economy, 3) With long line set in a current rips, 4) Due to bad handling line hauler, 5) Bad preparation of splice, 6) Crack caused by sharks

り違わない。神奈川水試[2]及び鮪漁業研究会[3]が9匁縄について揚りとなるまでの操業回数と強さの関係を調べた結果でも Fig. 2 にみるように，強さは始めと終りで余り違わない。ところが，切断張力と同時に切

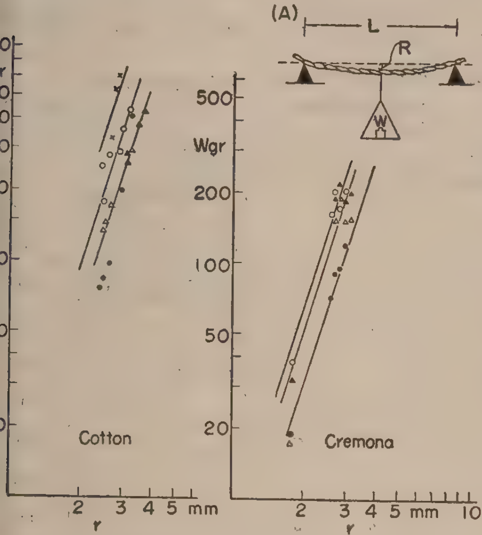


Fig. 1 Relation between the force required to bend tuna line and its radius. Untreated, ● Dry ○ Wet; Coal tarred, △ Dry ▲ Wet; After use, × Wet

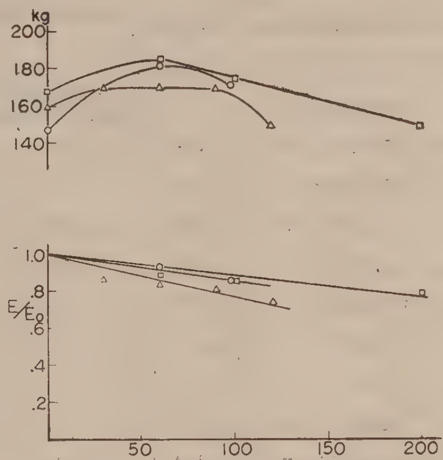


Fig. 2 Relations between number of operation and breaking strength and energy ratio.
Eo, Initial stage; E, after *n* times operation

Table 4. Number of lines broken

Kind \ Days	1	2	3	4	5	6	7	8	…	28	29	30+
9 monme No.21 Kuroshio-maru	1	2	1	3	3			1				
〃 No. 11 Hōkō-maru	1	3		2	1		1	2				
〃 Before use										1		9

Table 3. Value of K in $W=Kr^{3.2}$ (L=10cm, R=1.0cm)

Kind of lines	Value of K	
	Dry	Wet
Cotton line untreated	4.6	9.5
〃 〃 coal tarred	6.5	6.5
〃 〃 after use		15.5
Cremona 〃 untreated	3.1	6.5
〃 〃 coal tarred		4.9

断伸長が測られたので，それ等によつて破断に要するエネルギーを推定すると Fig. 2 にみるように，そのエネルギーの使用前に対する比の値は操業回数の増すにつれて，ほぼ直線的に減少し，使われる度に縄は疲れることが知られる。著者の得た揚り縄では，切断するための仕事量が供用前に比べて，湿時に 9 匁縄で 88 %，10 匁縄で 78 %，11 匁縄で 70 %であつた。

なお，抗張力の 60 %ぐらいに当る一定荷重下で，切れるまでの時間を測るに 9 匁縄では Table 4 にもみるように，揚り縄は2種（漁艇，猟航）ともに1～8日で切断したのに対して新品は 27 日までに1本も切れるものがなかつた。

終りに論文の御校閲並びに御指導を賜つた田内森三郎博士，資料蒐集に御協力下つた神奈川水試河口技官，焼津水産日向義郎氏，並びに実験を手伝つて下さつた佐藤，西川，島本，竹本の四君に夫々深謝する。

第2表　取扱つた

Treated samples and

漁船名 Name of fishing boats	漁船屯数 Tonnage	鮪縄材料 Material for long line	防腐剤及び施染回数 Preservative and number of treatmeut		漁場 Fishing ground	操業回数 Number of operation
Chuō- Maru		綿系 20番手 9匁 Cotton 20S 9 monme	コールタール Coal tar	5	N6~10° E173~175°	90
No. 8 Hōkō- 〃	154	〃	〃	3	S5~6°, E160~168°	62
No. 3 Kuroshio- 〃	151	〃	〃		S10~12°, E150° N10~42.5° E122~165.5°	37
Sagami- 〃	166	〃	〃	4	East of Solomon Is. South of Marshall Is.	159
No. 11 Hōkō- 〃	152	〃	〃	4	S7~10° E161°	88
No. 1 Nisshō- 〃	162	〃	〃	3	N5~10° W174~175°	110
〃	〃	〃	〃	8	N	115
〃	〃	〃	〃	7	N10° W170°	107
Chiyō- 〃	145	〃	〃	4		156
No. 8 Kuroshio- 〃	180	〃	〃	3		110
Nissui fishing boat fleet	130	〃	〃	4	Solomon Is. area	
〃	〃	〃	〃	4		
No. 21 Kuroshio-Maru	1800	〃	〃	3	Indian Ocean	84
Toyama- 〃	220	綿系 20番手 10匁 Cotton 20S 10monme	〃	4	〃	75
Takuyō- 〃	175	〃	〃	4	〃	195
No. 8 Hichiyo- 〃	210	〃	〃	4	〃	100
Shoyō- 〃	315	綿系 20番手 11匁 Cotton 20S 11monme	〃		South Pacific Ocean	173
No. 18 Kuroshio- 〃	408	〃	〃		Indian Ocean	130
New material		〃 9匁	〃	1		
		〃 10匁	〃	1		
		〃 11匁	〃	1		
		クレモナ20番手7匁 45×3×3 Cremona 20S 7 m.	〃	1		
		〃 3.7 47×3×3	〃	1		
		〃 8.7 50×3×3	〃	1		
		〃 5.8 55×3×3	〃	1		

1 monme=3.75 grams　　* Presumed value

資料及び測定値

measured values; ( ), coefficieut of variation

米当り撚数 Twist number per 1 meter	実測直径及び〃目付 Cal. dia. (mm)	匁/尺 Cal. thickness (匁monme)	比重 Specific gravity	1cm曲げるに要する力 g(湿) Force required to bend by 1cm. (wet)	抗張力 Breaking strength in kgs. 乾 Dry	湿 Wet	伸度 Extensibility % 乾 Dry	湿 Wet	切断するまでに要するエネルギー Energy necessary for fracture 乾 Dry	湿 Wet
	5.02				156 (8.2)	149 (13.5)	33.2(11.5)	42.6 (9.5)	13.0*	16.0*
	5.16				188 (2.9)	156 (3.0)	39.3 (3.9)	42.6 (2.1)	18.0*	16.5*
60	5.42	9.6			164 (5.0)	173 (2.5)	35.7 (7.9)	43.4 (4.1)	14.6*	18.8*
	5.00				188 (4.6)	172 (8.0)	36.6(10.2)	41.7 (7.0)	17.1*	19.9*
67	5.22	10.7	1.48 (4.1)	374 (10.0)	165 (4.1)	153 (3.4)	34.0 (5.1)	40.0 (5.6)	13.9*	15.1*
61	5.37	10.0			199 (5.4)	194 (1.8)	33.5(10.0)	31.8 (2.1)	16.7*	14.4*
58	5.41	10.0	1.47 (1.6)	220 (5.0)	169 (4.1)	141 (9.4)	32.0 (5.8)	34.2 (7.3)	13.5*	12.1
61					148 (6.8)	147 (5.7)	34.0 (6.3)	38.0(11.0)	12.6*	14.0*
62	5.37	10.8	1.37 (7.7)	479 (11.0)	205 (4.3)	186 (3.4)	38.4(14.9)	40.0 (7.3)	19.0	13.8
62	5.14	9.5	1.40 (.85)	366 (7.1)	185 (5.1)	169 (3.0)	38.0 (8.2)	41.8 (3.5)	17.3	13.9
60	5.62	9.8	1.46 (1.0)	282 (13.0)	163 (3.0)	154 (3.2)	43.0 (5.6)	46.0 (4.6)	17.5	18.6
53	5.63	10.5	1.46 (.21)	260 (7.5)	175 (3.6)	158 (2.0)	41.5 (2.7)	52.0 (4.1)	20.1	21.3
63	5.38	10.8	1.45	294	202 (4.5)	197 (4.4)	22.6 (7.7)	26.4 (4.8)	11.4	12.9
60	5.64	10.3	1.42 (.20)	532 (14.0)	171 (5.0)	146 (8.9)	37.6 (4.0)	46.2(13.5)	17.0	13.0
59	5.50	11.3	1.38 (.86)	523 (5.0)	210 (6.7)	193 (4.7)	34.2 (5.0)	38.0 (3.4)	18.3	13.3
62	5.46	10.7	1.41 (.84)	534 (5.1)	194 (3.6)	176 (2.9)	33.2 (6.8)	38.2 (8.2)	16.8	12.6
56	5.74	12.3	1.38 (.48)	531 (6.9)	213 (3.6)	192 (3.9)	36.0 (8.8)	36.0 (6.2)	18.0	12.7
61	5.55	11.4	1.42 (.45)	692 (3.8)	238 (6.5)	206 (2.7)	40.0(17.2)	37.0 (7.4)	22.3	12.4
	5.89	11.8	1.42	249 (18.7)	176 (2.5)	181 (9.9)	36.7 (6.5)	38.8 (.30)	16.1	18.0
	6.04	13.2	1.36	365 (17.6)	188 (3.7)	185 (3.2)	36.1 (3.9)	36.4 (.20)	17.0	16.6
	6.33	14.6	1.33	422 (8.3)	201 (4.3)	195 (7.7)	35.0 (2.8)	36.8 (.40)	17.6	17.9
	5.55	9.2	1.31	177 (16.8)	215 (2.6)		73.5 (6.8)		39.6	
	5.61	9.8	1.29	204 (8.9)	225 (1.9)		71.8 (7.3)		40.5	
	5.81	10.4	1.29	175 (15.7)	238 (3.4)		72.5 (2.7)		43.0	
	6.14	11.8	1.30	184 (11.7)	290 (13.1)		38.5 (5.8)		28.2	

文献

1) 三善清旭：本誌，3 (3)，(1934)
2) 神奈川水産試験場：神奈川水試月報，9，(1953)
3) 鮪漁業研究会：Tuna Fishing，19，(1955)

太平洋赤道水域産キハダの外部形態について

鉄 健 司・檜 山 義 夫
(東 京 大 学 農 学 部)

Morphometric comparison of the yellowfin tuna taken from the Equatorial Pacific

Kenji KUROGANE* and Yoshio HIYAMA*

On the yellowfin tuna distributed in the tropical and subtropical zones of the Pacific, we made a biometrical analysis on the various morphological characters, so as to know that the fins Japanese tuna fleets are catching belong either to one population or not, based upon the specimens from 1953 to date.

Samples used in this report are tabulated in Table 1, showing the origin, fishing date, number of fish, range and average of body length. All specimens were measured by the junior author at the Tokyo Central Fish Market. Measurements were made in millimeters using slide calipers and a pair of dividers in accordance with the techniques described by Marr and Schaefer (1949).

Several samples of yellowfin tuna, *Neothunnus macropterus*, from the Equatorial Pacific ranging from 130° W to 130° E were compared on sixteen different body characters (Fig. 1) and the following results were obtained.

1) The specimens of yellowfin taken from the same area in different years show difference in maxillary length, anal length and spread caudal (Table 2). But generally we can say with certainty, they have considerably similar morphometrical characteristics.

2) It appears to be a much greater degree of separation between 170° W and 150° E and between 160° W and 130° W, than between 150° E and 130° E and between 170° W and 160° W (Table 3).

3) The specimens of yellowfin from the area of 160° W have shorter head, more anteriorly positioned ventral and pectoral fin than those form the eastward and westward regions (Table 4, Fig. 2). But for eye diameter, second dorsal and anal length, the measurement is the greatest in the Western Pacific ones and the least in the Eastern Pacific ones, and this tendency agrees with Royce's result (1953).

4) By the facts above mentioned, it is morphometrically probable that there would be at least three populations rather independently but with some mixing between each other.

まえがき

キハダは洋をとわず熱帯水域を中心に南北に広く分布し，わが国の漁船はキハダを対象に，太平洋および印度洋の広範な水域において操業している。こうした各水域に棲息するキハダの資源単位としての性格を明らかにすることは，漁業資源の管理上重要な課題である。

太平洋赤道水域のキハダに関して形態面からこの問題をとりあげたものに，Godsil (1948)[1], Godsil and Greenhood (1951)[2], Royce (1953)[3], 鶴田 (1954)[4] 等の報告がある。これらによれば，キハダは比較的せまい水域に独立または半独立した系統群として存在し，かなり地域性の強いものと考えられている。

筆者らはマグロ類の形態にもとづく系統群の査定を 1953 年から実施し，とくに太平洋赤道水域のキハダにつき若干の知見をえたので報告する。

調査の実施にあたり，便宜をはかって戴いた南海区水産研究所所長中村広司博士および同所遠洋資源部の各位に深甚なる謝意を表する。

* (Fisheries Department, Faculty of Agriculture, University of Tokyo)

1957 年 9 月 2 日受理

材料および方法

本報告に用いた資料は，1955 年および 1956 年に東京中央市場に水揚げされたキハダについての形態測定資料である。水揚げした各漁船の操業水域は太平洋赤道水域 130°E より 130°W にわたるもので，130°E 水域、150°E 水域および 170°W 水域よりそれぞれ 2 標本，160°W 水域および 130°W 水域よりそれぞれ 1 標本、計 8 標本 263 尾について測定をおこなつた。各標本の漁場・漁期・調査尾数・体長範囲・平均体長を Table 1 に示した。

Table 1. Origin, date taken, number of fish, range and average of body length for each sample.

Origin		Date taken	No. of fish	Range of body length (mm)	Average of body length (mm)
3° N	130°–131° E	May 1955	34	701–1408	1058
7° N–4° S	128°–135° E	Apr 1956	30	840–1305	1122
1° N–5° N	156°–158° E	May 1955	36	608–1474	1124
3° N–3° S	156°–159° E	Mar. –Apr. 1956	41	784–1378	1026
3° N–0° S	174°–176° W	May 1955	28	925–1562	1265
3° N–0° S	171°–174° W	June 1956	30	1198–1593	1365
0° S–3° S	161°–165° W	Mar. –Apr. 1956	30	1202–1594	1403
5° N–5° S	127°–152° W	Aug 1956	34	1175–1597	1377

測定はおもに Marr and Schaefer(1949)[5] にしたがい，キャリパーおよびデバイダーによつて鉄が mm 単位でおこなつた。測定形質は Fig. 1 に示すように，1) 体長，2) 頭長，3) 吻・第 1 背鰭起部，4) 吻・第 2 背鰭起部，5) 吻・臀鰭起部，6) 吻・腹鰭起部，7) 吻・胸鰭起部，8) 第 1 背鰭基底長，9) 第 2 背鰭・尾鰭，10) 臀鰭・尾鰭，11) 第 1 背鰭棘長，12) 第 2 背鰭長，13) 臀鰭長，14) 胸鰭長，15) 尾鰭高，16) 上顎長，17) 眼径の17形質である。

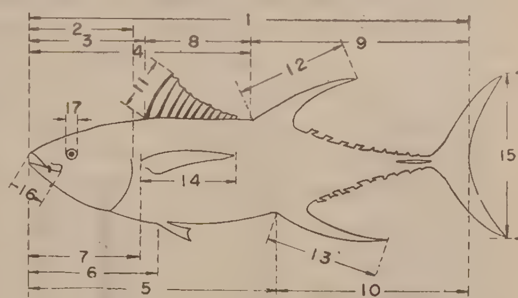


Fig. 1. Body parts measured for the present analysis.

上顎長と眼径は頭長に対する回帰を，他の形質は体長に対する回帰を求め，Kendall(1948)[6] にしたがつて共分散分析により各水域のキハダを比較した。こゝで第 1 背鰭棘長，第 2 背鰭長および臀鰭長の体長に対する回帰式は共に対数変換したデータを，また胸鰭長の体長に対する回帰式は体長のみ対数変換したデータを用いて，両者の関係を直線回帰としてとりあつかつた。

結　　果

Table 1 に示した標本について，まず異なる年度に同じ水域からえられた標本の比較をし，つぎに異なる水域のキハダを比較した。

i） 異なる年度に同じ水域からえられた標本の比較

同じ水域の標本について、水域別に一元配置の共分散分析をおこない、各形質の回帰線の差を比較した。その結果は Table 2 に示すように，130°E 水域では比較した 16 形質の中、臀鰭長と尾鰭高の 2 形質で差がみとめられ，150°E 水域と 170°W 水域では共に上顎長で差がみとめられた。この差は，各形質の成長の割合のちがいよりも，相対的な大きさのちがいによるものである。こうした二，三の形質を除けば一般に多くの形質においては差はみとめられず，同じ水域からえられたキハダの形態的な特性はかなり再現性のつよ…

ものであることが考えられる。したがつて同一水域の標本は各水域毎に一括して異なる水域のキハダと比較するときの標本とした。

ii) **異なる水域からえられた標本の比較**

130°E, 150°E, 170°W, 160°W, 130°W 各水域の5標本について一元配置の共分散分析をおこなつた。Table 3(A) に示すように，吻・第1背鰭起部，第1背鰭棘長，胸鰭長および上顎長の4形質を除く12形質においてかなり高度に有意な差がみとめられ，これら5水域のキハダは同一母集団のキハダとは考えられない。こうした差が地域的にみて除々に傾向的にことなつて全標本として大きくちがつているものであるのか，あるいは隣接水域のキハダで著るしく形態的にちがつているものがあるのかを知るために，まず隣接水域の標本の比較をおこない，Table 3 (B) に示す結果がえられた。

130°E 水域と 150°E 水域：吻・第2背鰭起部，第1背鰭基底長，第2背鰭・尾鰭，臀鰭長の4形質において有意な差がみとめられた。こゝで臀鰭長は同一水域からえられた標本間においても差のみとめられた形質であること，他の3形質は共に第2背鰭起部が関係する形質であること，有意水準がすべて1%であり，また多くの形質で差のみとめられぬことなどから，両水域のキハダには著るしい差があるとは考えられない。

150°E 水域と 170°W 水域：吻・腹鰭起部，臀鰭・尾鰭，第2背鰭長，臀鰭長および尾鰭高において高度に有意な差が，第1背鰭基底長，第2背鰭・尾鰭および胸鰭長においても差があり，両水域のキハダの形質はかなり異なるものとおもわれる。

170°W 水域と 160°W 水域：第2背鰭・尾鰭，吻・腹鰭起部を除く14形質において差はみとめられず，

Table 2.

Comparison of body proportion by covariance analysis for the samples taken from the same area. This significance shows the difference of the regressions.

Body character \ Area	130°E	150°E	170°W
Head length	—	—	—
Snout to 1st dorsal	—	—	—
Snout to 2nd dorsal	—	—	—
Snout to anal	—	—	—
Snout to ventral	—	—	—
Snout to pectoral	—	—	—
1st dorsal base	—	—	—
2nd dorsal to caudal	—	—	—
Anal to caudal	—	—	—
1st doral spine length	—	—	—
2nd dorsal length	—	—	—
Anal length	◉	—	—
Pectoral length	—	—	—
Spread caudal	◉	—	—
Maxillary length		◉	○
Diameter of iris	—	—	—

◉ : Significant at 1 % level.
— : Not significant at 1 % levet.

Table 3.

Comparison of body proportion by covariance analysis for all samples (Table A) and for the samples taken from the adjacent sea areas (Table B). This significance shows the difference of the regressions.

Body character \ Samples	Table A	Table B			
	All	130°E ~150°E	150°E ~170°W	170°W ~160°W	160°W ~130°W
Head length	◉	—	—	—	◉
Snout to 1st dorsal		—	—	—	
Snout to 2nd dorsal	●	◉	—	—	●
Snout to anal	◉	—	—	—	
Snout to ventral	●	—	●	◉	●
Snout to pectoral	●	—		—	●
1st dorsal base	◉	◉	◉	—	
2nd dorsal to caudal	●	◉	◉	●	—
Anal to caudal	●	—	●	—	◉
1st dorsal spine length		—		—	—
2nd dorsal length	●	—	●	—	—
Anal length	●	◉	●	—	◉
Pectoral length		—	◉	—	—
Spread caudal	●	—	●	—	
Maxillary length		—	—	—	—
Diameter of iris	●	—	—	—	◉

◉ : Significant at 1 % levet. ● : Significant at 0.1 % levet. — : Not significant at 1 % levet.

両水域のキハダは比較的類似した形態であるといえる。

160°W 水域と 130°W 水域：吻・第2背鰭起部，吻・腹鰭起部，吻・胸鰭起部において著るしい差があり，頭長，臀鰭・尾鰭，臀鰭長，眼径においても差がみとめられ，両水域のキハダはかなり異なるものであると考えられる。

以上の解析はいずれも各水域のキハダが形態的に同一母集団からの標本とみなせるかどうかを検定したもので，その結果 150°E 以西水域，160°W より 170°W 水域，130°W 水域附近と少なくとも3つの形態的に異なるキハダが赤道水域に存在することが考えられる。

つぎにいずれの水域のキハダが最も大きな頭長や長い鰭をもち，水域による差はどの程度であるかといった点を検討する必要がある。そのため先の5標本全体の共分散分析において，各標本の回帰係数が5％有意水準で差のみとめられない形質では各標本の回帰線は同じ回帰係数をもつものと考えて母回帰係数を求めた。これにより全標本の平均の体長または頭長における各形質の大きさ（修正平均値）およびその99%信頼区間を標本毎に推定し，これらを Table 4 に示した。ただし臀鰭長および眼径においては，170°W 水域の

Table 4. Adjusted mean value of body part, its 99% confidence limits, mean standard length in millimeters and estimated regression coefficient.

Body character \ Area	130° E	150° E	170°W
Head length	308. 2±1. 69	307. 8±1. 59	306. 1±1. 76
Snout to lst dorsal	342. 2±2. 15	340. 6±2. 02	340. 7±2. 23
Snout to anal	683. 0±2. 92	679. 0±2. 75	678. 9±3. 03
Snout to ventral	349. 6±2. 38	348. 9±2. 24	341. 4±2. 51
Snout to pectoral	312. 7±1. 88	312. 8±1. 76	309. 9±1. 95
2nd dorsal to caudal	624. 8±2. 96	629. 7±2. 79	625. 2±3. 08
Pectoral length	332. 9±4. 39	338. 1±4. 19	330. 5±4. 59
Maxillary length	117. 6±0. 89	117. 1±0. 83	117. 6±0. 91
Anal length	2. 5055±0. 0176*	2. 5306±0. 0166*	(2. 4612)*
Diameter of iris	37. 76±0. 43	38. 10±0. 41	(37. 37)

Body character \ Area	160°W	130°W	Estimated regression coefficient	Mean standard length (mm)
Head length	304. 6±2. 50	309. 5±2. 34	0. 21951	1207. 0
Snout to lst dorsal	341. 5±3. 18	344. 8±2. 96	0. 24370	do
Snout to anal	677. 8±4. 32	683. 2±4. 03	0. 52321	do
Snout to ventral	335. 4±3. 53	345. 5±3. 34	0. 25842	1207. 5
Snout to pectoral	307. 3±2. 77	314. 2±2. 59	0. 22442	1207. 0
2nd dorsal to caudal	618. 7±4. 38	621. 9±4. 09	0. 56057	do
Pectoral length	333. 0±6. 50	329. 1±6. 16	487. 02	3. 0734*
Maxillary length	116. 8±1. 30	116. 6±1. 23	0. 36923	307. 4
Anal length	2. 4770±0. 0275*	2. 4150±0. 0257*	2. 4256	3. 0616*
Diameter of iris	37. 07±0. 66	35. 86±0. 62	0. 07716	301. 9

Note： These characters did not show the significant difference in the regression coefficient at 5% level. But diameter of iris and anal length of those taken at 170°W showed the difference, so we made the point estimation of them.

* The logarithmic transformation is applied to the raw data.

標本のみが他の4水域の標本と異なる回帰係数を示すので，この水域の2形質は他の標本とは別にこの水域の回帰係数を用いて，他の標本と同じ体長または頭長における2形質の大きさを推定（点推定）した。また Table 4 に示す形質の中，頭長，吻・腹鰭起部，吻・胸鰭起部は Fig. 2 に示した。

これによれば 160°W 水域のキハダは頭長，吻・腹鰭起部，吻・胸鰭起部の3形質で最も小さく，その東および西側の 130°W 水域，130°E 水域のキハダが大きく，170°W 水域のキハダは中間の大きさを示している。また回帰係数において5％で有意な差がみとめられた第2背鰭長や，臀鰭長，眼径等の形質で地域的に西のキハダ程大きい傾向がうかがわれる。

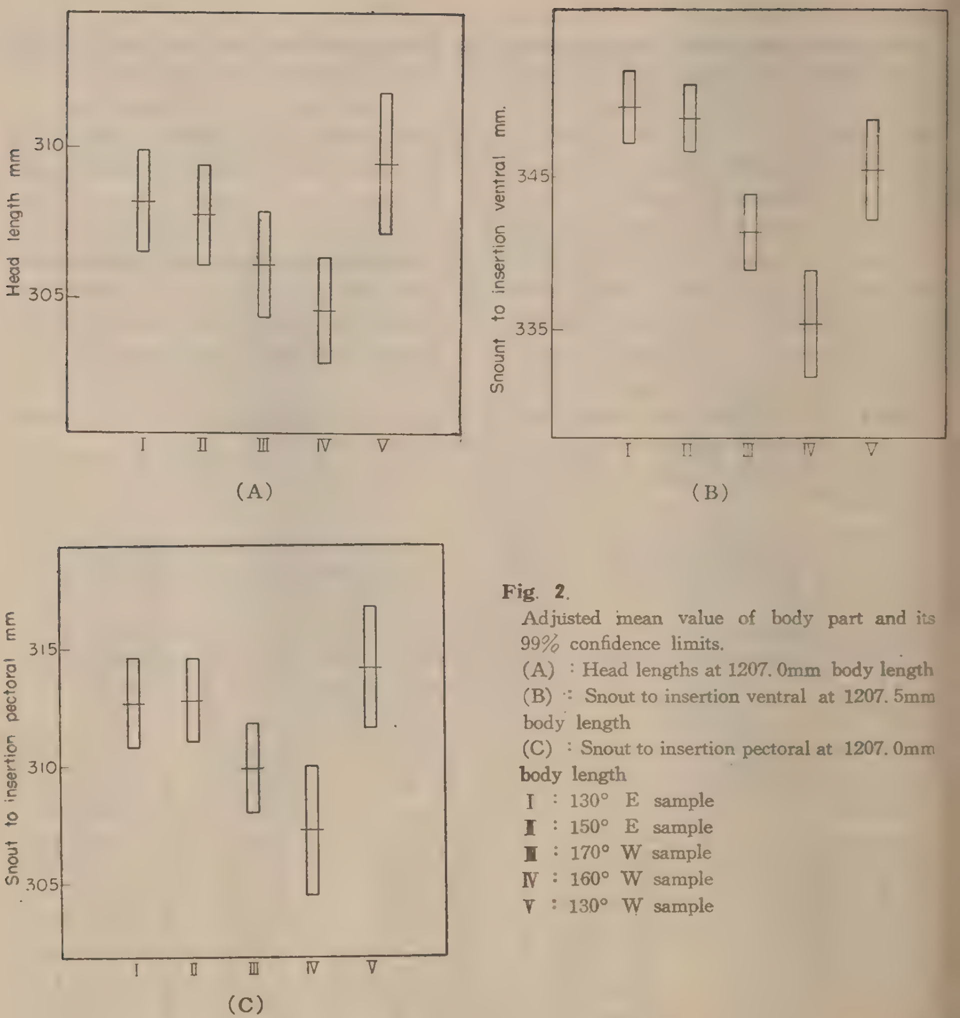


Fig. 2.
Adjusted mean value of body part and its 99% confidence limits.
(A) : Head lengths at 1207.0mm body length
(B) : Snout to insertion ventral at 1207.5mm body length
(C) : Snout to insertion pectoral at 1207.0mm body length
I : 130° E sample
II : 150° E sample
III : 170° W sample
IV : 160° W sample
V : 130° W sample

考　　　　察

Royce(1953)[2] は Godsil, Schaefer 等の報告した資料，I. P. F. C. に提出された資料にもとづいて太平洋各水域のキハダの親疎関係を論じた。その中で赤道水域のキハダは頭長，吻より各鰭までの距離において中部のもの程大きく，鰭長では逆に西部のものが長いといつた地理的な傾斜（cline）が形成されることをみとめ，R. C. R. L. の値より 120°W～130°W 水域と Line Islands(160°W 水域）のキハダ，Marshall（160°E～180°）と East Caroline Islands（150°E 水域）のキハダにおいて著るしく異なることを報告している。また Godsil and Greenhood (1951)[2] は Palmyla Island（160°W 水域）と Costa Rica のキハダを頭長，吻より各鰭までの距離の 5 形質について比較し，Palmyla Island のキハダは体長に対する各形質の成長の割合が小さく，70cm 以下の体長を除けば頭長は小さく各鰭は前方に位置することをみとめ，両水域のキハダは異なる系統群であるとのべている。鶴田（1954)[4] は Gilbert Islands（170°E 水域）よりえられたキハダを Godsil[1]，Schaefer (1948)[7] の Costa Rica 沖合のキハダと比較し，前者の鰭は長く，体の前半部が小さいことを報告している。

筆者らの調査において，Caroline 以西，Line Island 西部，130°W 水域附近と少なくとも3つの異なる形態をもつキハダが赤道水域に棲息すること，鰭が西のもの程長いこと，頭長や各鰭の起部までの距離において 160°W 水域のキハダが東部太平洋のキハダより小さいといつた点で Royce, Godsil, 鶴田の結果と一致する。しかし頭長や各鰭の位置に関しては必ずしも Royce の指摘した全赤道水域にわたる傾斜は形成されず，160° W 水域のキハダが東部および西部のものにくらべて最も小さい結果がえられた。この点については標本の体長組成や解析法の相違が結果に及ぼす影響を吟味する必要があろう。

同一水域の標本の示す形態差について Godsil (1948)[1] は同じ stock 内でもそれぞれわずかながら異なる環境で発生成育した魚群は十分均質に混合せずに棲息していると考えられ，これが同じ水域からとられた標本において差を示す原因であろうとしている。Schaefer(1952, 1955)[8,9] は Godsil の意見と共に，標本の体長組成の差が結果に大きく影響を与えることをみとめ，各水域を代表するような標本をうるためのサンプリング，同一水域の標本の示す変動性を考慮して他水域の標本と比較する解析法の必要性をのべている。このためには同一水域より多数回にわたつて標本をあつめ，これらの標本の変動性をおさえ，これにもとづく他水域の標本との比較をおこなうと共に，種族査定における有効な形質を選択し，こうした少数の有効な形質について多くの標本を集めて解析する段階にすすんでいくべきであろう。

以上の結果を従来の知見と考えあわせるならば，太平洋赤道水域においては少なくとも3ないし4個の独立または半独立化したキハダの系統群が存在し，各系統群は明確な境界線をもつというよりもかなり広い水域で混在するのではないかと考えられる。

文　　献

1) Godsil, H. C. : A preliminary populaion study of the yellowfin tuna and the albacore. Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull. 70 (1948).

2) Godsil, H. C. and E. C. Greenhood : A comparison of the populations of yellowfin tuna, Neothunnus macropterus, from the Eastern and Central Pacific. Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull. 82 (1951).

3) Royce, W. F. : Preliminary report on a comparison of the stocks of yellowfin tuna. I. P. F. C. 4th Meeting, Section 2 (1953).

4) 鶴田三郎 : 太平洋南西海区とハワイ沿海に於けるキハダマグロの形態上の比較．水産講習所研究報告，**3** (3) (1954).

5) Marr, J. C. and M. B. Schaefer : Definitions of body dimensions used in describing tunas. U. S. Fish and Wildlife Service, Fish. Bull. 47 (1949).

6) Kendall, M. G. : The advanced theory of statistics. Vol. 2 Charles Griffin and Co., London. (1948).

7) Schaefer, M. B. : Morphometric characteristics and relative growth of yellowfin tunas (Neothunnus macropterus) from Cental America. Pacific Science, **2** (2) (1948).

8) Schaefer, M. B. : Comparison of yellowfin tuna of Hawaiian waters and of the American west coast. U. S. Fish and Wildlife Service, Fish. Bull. 72 (1952).

9) Schaefer, M. B. : Morphometric comparison of yellowfin tuna from Southeast Polynesia, Central America, and Hawaii. Inter-American Tropical Tuna Comm. Bull. **1** (4) (1955).

アサリ生殖巣についての二・三の組織学的観察

高 良 夫
(長崎大学水産学部)

Some Histological Notes on the Gonads of *Tapes japonica* DESHAYES

Yoshio Kô

1. Histological studies on the gonads of the clam, *Tapes japonica* DESHAYES, in Sasebo Bay have shown that the reproductive follicles of all individuals contract and become inactive both in summer and winter, and this clam spawns twice a year in spring and autumn (Table 1).

2. In November, some individuals about 12 mm. in shell length have mature gonads, and many individuals about 15 mm. in shell length spawn (Table 2, Plate Figs. 1—3).

3. Comparison of maturity of the gonads has been made in normal clams and in clams cultured in a wire cage hanging in the sea. The results show that the hanging culture method has great effect on gonad development in these clams. In cultured clams, the gonads mature in July, while in normal individuals the gonads mature in late August or September (Table 3, Plate Figs. 4—10).

アサリ生殖巣の組織学的観察により 1) 個体の年間成熟回数, 2) 秋季における若小個体の生殖巣の発育状態, 3) 垂下飼育した個体の生殖巣の状態について得た知見を報告する。終始御指導を賜わつた本学部立石新吉教授並びに文献について御教示戴いた九州大学内田恵太郎教授及び種々御助力を願つた本学部右田清治講師に謹んで感謝の意を表する。

方法及び結果

1) 個体の年間成熟回数 : 従来アサリの産卵期については多くの研究が各地において行われ, その結果本州以南においては年に2回の産卵期があることがほぼ確認されている。然し群中の各個体の年間の成熟回数は既往の調査では充分に確かめられたとはいい得ない。安田等[1] が指摘した様に春或いは秋にそれぞれ1回のみの産卵期を有する二つの異つた個体群の混棲も想像されるし, 又個体の年令の差, 棲息高度の差, その他の原因による成熟時期の著しい個体差のために群全体の産卵期間が非常に長くなる結果, 夏季の高温による一時的中断のため個体の産卵は年1回であるが群の産卵期は年2回との疑問も起り得る。この個体の成熟回数の問題はアサリの生理を理解するための前提条件の一つとして是非解明すべきであるが, その究明には供試各個体の生殖巣の発育段階特に未熟な段階の正確且つ精細な判定をなす必要があるので組織切片を用い観察を行つた。

材料は 1955 年2月より 1956 年1月の間に佐世保湾の一部・崎辺で採集した殻長 3~4.5 cm の個体であり, 固定は Bouin 氏液又は Allen's Bouin 液を用い Paraffin 法により Delafield's haematoxylin 及び Heidenhain's haematoxylin で染色し, 殻頂部及びそのやや前部を過ぎる内臓嚢の2横断面或いは内臓嚢の最大幅部を過ぎる1水平断面で比較観察した (Table 1)。

アサリ生殖巣の発育過程については別に報告する予定であるが, その発育段階についてはアコヤガイにおける立石・安達[2] の分類に多少の変更を加えるのみでこれを準用することを適当と認めたのでここに簡単に記載することとする。

1957 年8月31日受理

アサリ生殖巣の発育段階

1. **濾胞期** (Follicular stage)—この時期には生殖濾胞の内腔には 生殖細胞がないのが 普通であるが，時に前回の生殖期の卵母細胞 又は精子が 少数残存することがある。**2. 生長期** (Growth stage)—立石・安達の生長前期及び生長後期を合わせたもので，雌では未だ成熟卵母細胞が現われず雄においても精子形成は盛んに行われているが 未だ多量の 成熟精子の出現に到らぬ時期である。**3. 成熟期** (Mature stage)—生殖細胞が成熟して産卵の刺戟さえあれば 放出し得る 準備の整つた時期。**4. 放出期** (Spawning stage)—盛んに生殖細胞の放出が行われ一方では 生殖細胞の発育も 行われている。**5. 放出終了期** (Spent stage)—この期は立石・安達の段階には設けられていないが濾胞期即ち休止期に近く移行する時期であり放出期と区別する必要を認めた。多くの濾胞では既に濾胞期に入つているが，若干の濾胞には未だ成熟卵母細胞或いは精子が少量残存しており，然もその濾胞壁には少数ながら卵原細胞並に卵母細胞が見られ雄では多少の精子形成も行われている。然し処々で卵及び濾胞壁の生殖細胞の分解・吸収が進んでおり，又雄性濾胞には濾胞内腔に遊走細胞の侵入が多く見られ恐らく生殖細胞の放出は終了したと推定される時期である。

Table 1. Seasonal change of maturity of Tapes japonica. Numbers in the Table : individual number examined.

Date		Follicular stage	Growth stage	Mature stage	Spawning stage	Spent stage
'55—II—25	♂	1				1
	♀	4	2			
	?	2				
III—26	♂	2	1			
	♀	3	3			
IV—21	♂		2		2	
	♀			3	3	
V—24	♂				12	4
	♀				3	4
VI—16	♂	1			1	
	♀	4			1	2
	?	2				
VI—21	♂	1	2		1	
	♀	3				3
VII—5	♂	1	4			
	♀	2			3	5
VII—15	♂	2	3			1
	♀	7	2			5
	?	5				
VII—21	♂		4			1
	♀	4	1			1
VIII—2	♂	1	11	4		
	♀	1	2			1
VIII—16	♂		5	6		1
	♀	3		5		
VIII—29	♂		5	3		
	♀		7	5		
IX—15	♂		1	2	1	1
	♀		3	3		
X—3	♂			2	4	
	♀				2	
XI—28	♂				1	
	♀				2	2
XII—28	♂					
	♀	1			1	3
'56 I—14	♂		1		1	2
	♀	5				1

なお夏季における濾胞期の生殖巣の組織像と冬季のそれには差異は認められず，両者とも同様の経過により次回の生殖細胞形成に進むものと推定される。

観察結果は以上の分類に従つてとりまとめた (Table 1)。

2) 秋季における若小個体の生殖巣の発育状態： 二枚貝類の最小成体についてはハマグリ[3]， ホタテガイ[4] 等で研究され，アサリについても山本・岩田[5] により北海道厚岸湖産の アサリの 組織学的研究が なされ， 雄で殻長 22〜27 mm， 雌では殻長 30〜35 mm で最小成体形に達すると報告されている。秋季に若干の個体を調査した結果，当地ではより早く成熟することを認めた。

1956 年 11 月 2 日採集の 15 個体を組織切片とし検鏡の結果，殻長 6.6〜8.1 mm の 5 個体中， 2 個体の雌には多数の濾胞と生長中の卵母細胞が認められた (Plate Fig. 1)。8.4 mm の雌では成熟卵が認められ，11〜11.5 mm の 5 個体では 1 個体生殖巣不明のものがあつた以外は雌 2 個体，雄 2 個体 (Plate Fig. 2) とも成熟しており放出の形跡も認められた。15.3〜15.8 mm の 3 個体では雌雄共 (Palte Fig. 3) 濾胞数も非常に多く 且つ その濾胞は 成熟した生殖細胞で充満し， うち 雄 1 個体には相当量の放出が行われた形跡があつた。

次に 11 月 17 日〜19 日及び 12 月 18 日の試料で生時の検鏡を行つた (Table 2)。表中成熟個体とは成熟卵若しくは活発に運動する精子が多数認められ且つ外観上内臓嚢が肥満し乳濁色がひろく全面に広がつて

Table 2. Maturity of *Tapes japonica* observed alive with microscope. Numbers in the Table : individual number observed.

	1956—XI—17～19					1956—XII—18				
	Male		Female		Sex	Male		Female		Sex
Shell length	Mature	Immature	Mature	Immature	unknown	Mature	Immature	Mature	Immature	unknown
7—8 mm					1					
8—9		2			2					
9—10	2	2	1		1		1			2
10—11	3	2	2	1	6		1			6
11—12	3	6	2		8		2	1		7
12—13	3	4	2	2	2		2	1	1	6
13—14	7	1	3	1			2	2	1	5
14—15	7	1	7		2	2	3	1	2	2
15—16	7		1	2		1	3		3	3
16—17	3		6	1			1	3	2	4
17—18	6		4			1	4	2	2	1
18—19	5		5				6		2	2
19—20	7		3				5	1	1	3
20—21						3	5		1	1
32—38						1	4			1

[illegible]る個体を指す。調査の結果11月においては殻長 9 mm 以上の個体には成熟状態のものが相当あり，特に殻長 15 mm 以上の個体では殆んど全部成熟している。然し 12 月の観察では遥かに成熟個体の数が少ない

3） **垂下飼育個体の生殖巣**： 異常環境における貝の生殖巣の変化を知ることは，貝の産卵生理の解明に大きな[illegible]を与えるものと思われるので，その一つとして垂下飼育を選び，尚それによる形態的変化の調査も行[illegible]。[illegible]材料の採集地点・固定・染色等の処理は前の調査と同様である。垂下には網目 1 cm のビニール被[illegible]籠 (30×40×15 cm) を使用，1 個には 100 個体を容れ 1956 年6月 12 日に垂下を開始し 10 月4日[illegible]を終了した。他の 1 個には 80 個体を収容し 6 月 25 日に開始 12 月 26 日に終了した。飼育籠は[illegible]より垂下，実験中，常に約 1.5 cm の水深の位置に保った (現場水深, 大干潮時約 7 m)。対照としては[illegible]に対し同日に天然環境から採集した個体を用いた。垂下飼育個体は生長度悪く且つ斃死率も甚だ高く（最高50%），良好な飼育成績ではない。外部形態では筋肉の[illegible]著しく足部は[illegible]変形し殻は頗る[illegible]を[illegible]。又殆んどすべての個体が何れの時期にもその内臓表部が甚だしく肥満していることが注目された。[illegible]飼育の観察結果によれば (Tabel 3 及び Plate Figs. 1～10) 天然環境では濾胞期の多く現われている 7, 8 月にも濾胞期或いは放出終了期の個体はなく，1 カ月間垂下した個体でも既にその生殖巣はよく増大し[illegible]成熟中か或いは放出中である。然し 12 月には休止状態及び放出終了の雌雄あり，後者では各所に

Table 3. Maturity of cultured *Tapes japonica* hung from '56 June 25. (* hung from '56 June 12.). Numbers in the Table : individual number examined.

Date		Hanging cultured individuals					Natural individuals				
		Follicular stage	Growth stage	Mature stage	Spawning stage	Spent stage	Follicular stage	Growth stage	Mature stage	Spawning stage	Spent stage
'56—VI—25	♂						1			1	3
	♀						2			1	2
*VI—12	♂		1	3	2		1			1	
	♀			1	2		2				1
VII—17	♂		2	2	2					1	5
	♀			4			3				1
* VIII—10	♂		1	2			1				1
	♀		1	2	3		2				1
IX—2	♂			2	3			2		1	
	♀			3	2		2	3	1	1	
* X—4	♂				6						
	♀			1	1				1	4	
XII—26	♂				2		1			1	2
	♀	2			2	4	3				2
	?						1				

変性した卵母細胞が多量に存在し，ために外部からの観察ではその内臓囊はよく肥満していて成熟個体との差異が認められない。

考　　　察

1）年間成熟回数： 調査結果（Table 1）によれば春季と秋季には殆んどすべての個体が成熟し産卵する。4月及び9月の生長期の個体も皆，成熟に近い生長後期のものであつて近い産卵が予想される。次に両季の中間である夏季と冬季の状況が問題になるが，先づ夏季について見ると 6，7 月に僅かながら認められる放出期の個体は，このままの状態で秋に到るのではなく近く放出を停止する筈である。又これらに比し数多く現われる生長期の個体中，8月のものの多くは生長後期の個体であるが，6，7 月の生長期の個体ではその生殖細胞はすべて生長を開始したばかりの状態を示し，遠からぬ過去において濾胞期を経過したものと推定される。この他の個体はすべて濾胞期或いは放出終了期にあり，従つて夏季においてはすべての個体が生殖細胞形成を停止し，その濾胞は殆んど空虚となるものと推察する。これらの生殖濾胞は著しく萎縮し濾胞壁は薄くなるが，やがて濾胞の壁は再び肥厚し始め，別に新たに体組織中に形成される新濾胞と共に次回の性細胞形成に進むものであることが組織像から窺われ，放出の終つた濾胞が単に一時的にその機能を停止するのみで，その残存生殖細胞が再びそのまま生長を開始するとは考えられない。

冬季についても夏季とほぼ同様の状態であることが調査結果から推知され，春・秋季の状況と併わせ考えて，少くとも当地産のアサリ各個体は平常の環境下では必ず年に2回の産卵期を有し，その中間の期間には生殖細胞形成は一旦全く停止し，次いで濾胞の再生過程を経て次回の産卵に向うものと考えられる。

2）秋季における若小個体の生殖巣： 11 月及び 12 月の生時観察の結果（Table 2）と組織切片による観察結果とから，秋季には当地では殻長 7 mm 前後のアサリにも，かなり生長した生殖巣を持つ個体が若干数見られること，又 11～12 mm 以上の個体の相当数が成熟していることが判る。且つ，それらの組織像と，生時観察によりこれら小個体のうち成熟した個体の割合が 11 月よりも 12 月に（この間の生長を考慮に入れても）少ないこととから，少なくともこのうちの若干の個体では生殖細胞の放出が起つていると見做される。勿論一旦成熟した全生殖細胞が放出され得ないで分解吸収されることもあり得るであろうから，今後その受精能力の有無，他の時期の多数の小個体の組織像の検討をなす予定である。殻長 15 mm 以上の個体は，大個体と同様に産卵に関与するものと判断される。なお同年 9 月 20 日の殻長 16 mm の 1 雌個体も充分に成熟した組織像を示していた。

次に殻長 11～12 mm の個体は安田・高森[6]，三重県水試[7] 等の調査結果から推定すれば，春に発生した発生後 6～7 ケ月の個体と見なし得るが，池末[8] によれば前年秋の発生個体のうちの生長の遅れた個体とも推定されるので，この点は今後の生長調査によつて確かめたい。

3）垂下飼育個体の生殖巣： 今回の垂下実験（Table 3）は主として濾胞期若しくは放出終了期にあるアサリを用いて開始したが，いずれの個体の生殖巣も直ちに生長を始めたと推定され，その後 10 月過まで継続して産卵し，11 月又は 12 月に到つて若干の個体が放出を終了したが，他の個体では秋末に異常状態となり産卵不能になつたものと見なされる。垂下飼育の影響で夏季の休止期を速やかに経過して生長期に入り，又天然のものに比し長期間成熟状態にあり且つ，より多量の生殖細胞を生産したものと考えるが，斃死率の高いこと，生長の悪いことなどより見てもこの状態が生理的に支障を与えることは充分推察され，或いは本邦へ移殖された台湾産種ガキ[9] の様に生殖素の放出不能により斃死するものが多いのかも知れず，この点更に多くの実験による検討を要する処である。

要　　　約

佐世保湾内崎辺産アサリの生殖巣を組織切片により観察した。

1. 1955 年 2 月より 1956 年 1 月の間の試料により，当地においては正常な環境下では冬季及び夏季に殆んどすべての個体の生殖巣が生殖細胞形成を停止・萎縮し，従つて各個体が年間 2 回の成熟過程を経るものであることを推定した。

2. 生時観察及び組織学的観察により当地産アサリでは秋季に殻長 11～12 mm の個体の相当数が成熟し

た生殖巣を有し，少なくともそのうちの若干は生殖能力を有すること，又 15 mm 以上の個体の多数は生殖能力を有することを推定した。

3. 多くの個体が生殖細胞形成を行つていない 6 月より開始して 12 月末迄垂下飼育したアサリは，全個体が直ちに生殖巣の生長を開始し，速やかに極度に増大した生殖巣を持つに到りこの状況が長く続く。この間，組織像によれば健全な生殖細胞の形成が行われ放出も行われる。然し秋末には生殖巣に異常を示す個体が現われ異常環境の障害が認められる。

文 献

1) 安田治三郎・浜井生三・堀田秀之：本誌，**20**，4，277～279 (1954).

2) 立石新吉・安達甫朗：長大水産学部報告，**5**，75～79 (1957).

3) 朝鮮水試：朝鮮水試年報，**8**，3，(1937).

4) 山本護太郎：本誌，**12**，1，21～26 (1943).

5) 山本喜一郎・岩田文男：北水研報告，**14**，57～62 (1956).

6) 安田治三郎・高森茂樹：内海水研報告，**2**，1～11 (1952).

7) 三重県水試：昭和 30 年度浅海保護水面管理事業及び同事業効果調査報告書，P. 78～87 (1956).

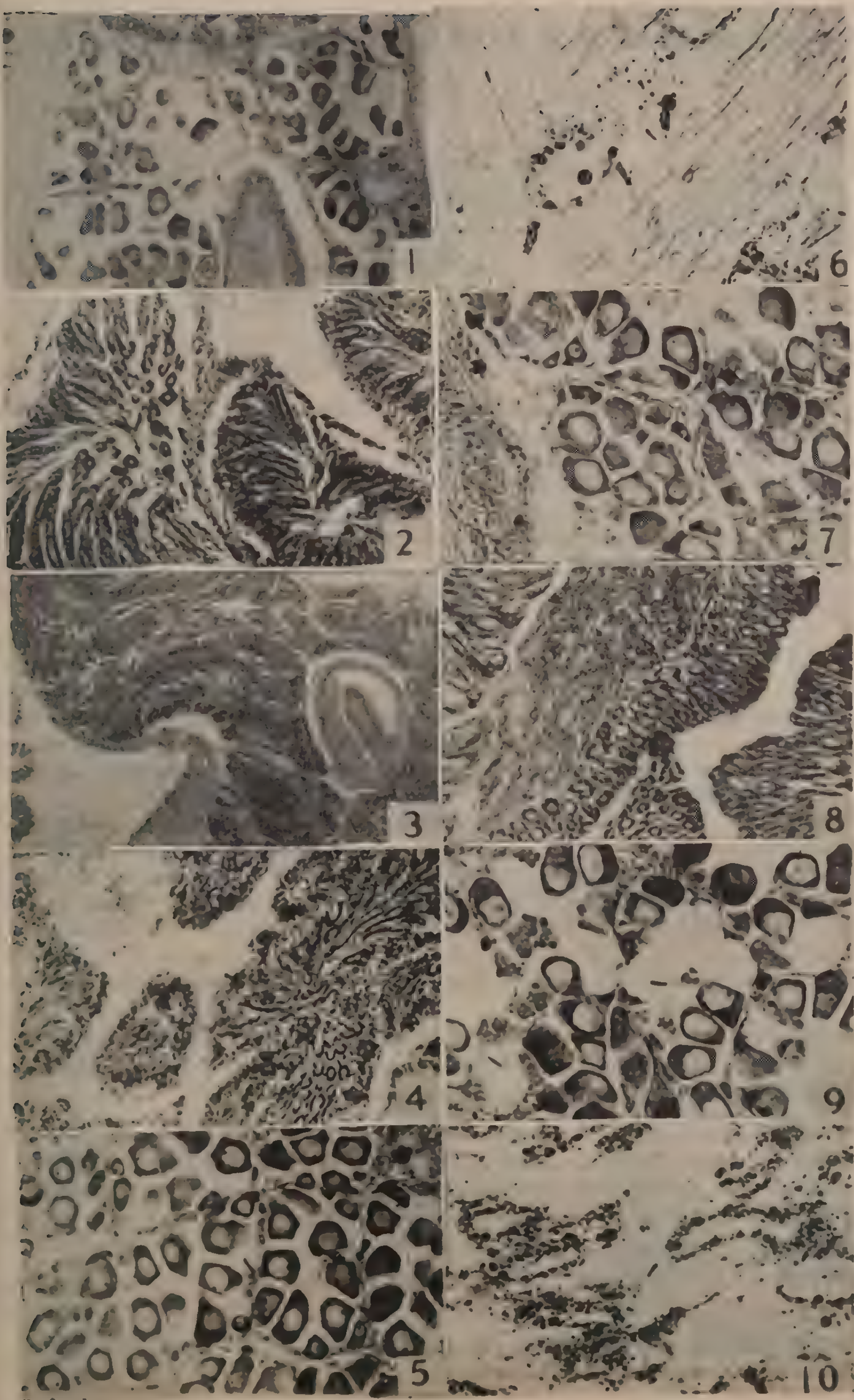
8) 池末弥：本誌，**22**，12，736～741 (1957).

9) 宮崎一老：水産学集成，P. 433～443 (1957).

Explanation of Plate

All are photomicrographs of sections of the gonads.

Fig. 1: A female 7.0 mm. in shell length on November 2. (× Ca. 80). **Fig. 2**: A male 11.4 mm. in shell length on November 2. (X Ca. 110). **Fig. 3**: A male 15.8 mm. in shell length on November 2. (X Ca. 35). **Figs. 4 5**: Cultured individuals on July 17. hung from June 25., Fig. 4: male, Fig. 5: female (X Ca. 110). **Fig. 6** A natural female on July 17. (X Ca. 110). **Fig. 7**: A cultured female on October 4. hung from June 12. (X Ca. 110). **Figs. 8—9**: Cultured individuals on December 26. hung from June 25., Fig. 8: male. **Fig. 9**: female (X Ca. 110). **Fig. 10**: A natural female on December 26. (X Ca. 110).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

魚類の聴覚特性に関する研究—I.*
片側線による方向知覚について

黒　木　敏　郎
（鹿児島大学水産学部）

Biophysical Studies on the Auditory Characteristic of Fish—I.
Directional Audibility through one Lateral Line

Toshiro KUROKI **

The author considered the auditory characteristic in a lateral line of fish and calculated it on the physiological data about *Carassius auratus* (Body length ; about 20 cm. : Absolute refractory periods ; 3 milli-sec. in A-neuron and 11 milli-sec. in B-neuron : Transmitting verocities of stimulation ; 28.9 m/sec. in A-neuron and 6.5 m/sec. in B-neuron).

The results got are as follow :

a) When there is a sound-source in the elongate direction of body-axis, the upper limit of audible frequency may be about 7500 c/sec. and the most sensitive frequency is about 160 c/sec. In this case, the influence of the distance between the sound-source and the fish-body on the range of audible frequency is negligible.

b) When there is the sound-source in the vertical direction against body-axis, the influence of the distance between the source and the body on the range of audible frequency is serious. For an example, although the most sensitive frequency is about 710 c/sec. at one meter distance, the most sensitive one is about 1300 c/sec. at a long (1000 m.) distance.

c) There is not the lower limit of audible frequency. It seem that the audible frequency may be lower as the sound-pressure becomes higher almost independently of the distance between the source and the body.

Then, in experiments about the auditory characteristic of fish, we must be careful for the definitions of a sound-source position against fish-body and of the intensity of sound-pressure. Especially, as the sound in a small aquarium causes its reflections, interferences and transmissions through walls, the devices to suppress them must be adopted so as to gain clear effects or correct results. The author is studying about aquaria with walls isolated from the influences of sound.

緒　　言

水中における音の伝達距離は相当に大きいので魚類が遠隔現象を感知するのに聴覚を最もよく利用するであろうという事は想像するに難くない所である。従つて魚類が体両側に側線系を持つという形態的特徴は陸上の動物が両眼を持つという特徴に匹敵する程重大な意義を持つものと言えよう。

今迄、魚類聴覚について両側側線系を綜合的に取扱つた論文は全く見当らず空間的に線状を成す聴覚系として1つの片側線を研究した報告すらも殆んど無いようである。我々はすでにこれに関する理論を発表して関係実験を準備しつつあつたが一部必要な資料も文献として得られたので，また生理生態学的実験装置の主要部が完成せず理論的考察の結果を実証するには至らないけれども、とりあえず一報としてここに取扱い手順と計算実例とを発表して諸賢の御叱正を仰ぐ次第である。

魚の内耳が頭部外皮・骨格などを通じて水中音の感受に関与する事は勿論であるが、音源の距離・方向の

1957年8月31日受理

* 1955 年（長崎秋季大会）及び 1957 年（東京年会）講演発表

** Faculty of Fisheries, Kagoshima University.

別については側線聴器と比べ関係が薄いのではないかとも考えられ，両側内耳の形態的空間的な資料（大きさ・距離・間隔・表皮からの深さなど）も不足しているので，内耳による聴覚の特性考察は他の機会にゆずる事としたい。

算　定　理　論

本報では片側線のみを取扱つて聴覚特性を考究しよう。*

今聴覚受容器のうち魚の体軸とほぼ平行なあたりの側線上の一つを考え之を第1受容器と名づける。これより側線上で l cm だけ距つた距離に第2受容器を考える（Fig. 1 参照）。後述の計算式中に現われる複符号では第2受容器が中枢に対して第1受容器よりも後方（尾側）へ l cm 距つている場合を上に，前方（頭側）へ l cm 距つている場合を下にして示したものである。

音源が第1受容器から D_1 cm の距離で側線前方に対して角 θ なる方向にあつたとすれば，音源から第2受容器までの距離 D_2 cm は次式で与えられる。

$$D_2=\sqrt{D_1^2+l^2\pm 2D_1 l\cos\theta}$$

従つて D_1 と D_2 との差 δ cm は

$$\delta=|D_1-D_2|=\mp D_1\pm\sqrt{D_1^2+l^2\pm 2D_1 l\cos\theta} \qquad \cdots\cdots(1)$$

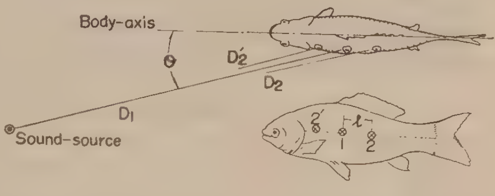


Fig. 1. Illustration of relative position between a sound-source and receptors

二項定理で展開して $D_1\gg l$ なる条件を考えると

$$\delta=\left|l\cos\theta-\frac{l^2(1-\cos\theta)^2}{2D_1}\right| \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)'$$

水中音はこの δ cm の距離に相当する時間の遅れと音圧の減衰と位相のズレとをもつて第2受容器に到達する事となる。

側線受容器における音圧閾値を P_{min} とし，第1受容器へ実際到達する水中音の音圧 P がその n 倍であつたとしよう。音が感ぜられるためには $n\geqq 1$ である。

原音を周波数 ν c/s の純音と考えれば第1受容器が任意時刻 t に受ける音圧 p_1 は正弦式で次のようになる。

$$p_1=P\sin(2\pi\nu t)=nP_{min}\sin(2\pi\nu t) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

水中音波の減衰率を α とすれば第2受容器での音圧 p_2 は

$$p_2=\alpha^{\pm 1}nP_{min}\sin[2\pi\nu(t\pm\delta/V)] \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

但し，α は距離の函数で $\alpha^{\pm 1}<1$**でありここでは δ の長短により α も減増する。式中の V cm/sec は水中音波の進行速度である。

Fig. 2 のように1波長内で考える時，音圧 0 なる時刻を基準にとれば $t=0$ 附近で両受容器の感ずる条件は (2)，(3) 式で夫々次のようになつて

$$p_1=\mp P_{min},\quad (t=\mp t_1)$$
$$p_2=\pm P_{min},\quad (t=\pm t_2=\pm t_1\pm\delta/V)$$

* 人間の双耳聴覚に就いては純音での方向知覚が 1200 c/s 以下の低音では音波の位相差により，1200 c/s 以上の高音では音圧の強弱差によつて生ずるものと言われている。方向感の閾値はヒトで 3×10^{-5} sec，ネコで 3×10^{-6} sec と認められ，この感覚は大脳皮質に関係するものと考えられているが，魚類において両側線の neuron が脳のある領域へ関係する場合両側共通の領域があるか否かの文献資料が皆無なので両側線の取扱い迄進むためには大きな仮定を置かねばならない。かつ実際の雑音感受では部分音のため判定容易となり，ヒトの場合単耳でも充分に方向感が生ずるのであるから，魚類側線の如く原始聴器を多数並べているものでは方向感は片側だけで充分に生ずると見てよいであろう。

** $\alpha^{+1}<1$ は第1受容器よりも第2受容器が遠い場合でありこの時 $\alpha<1$ である。
$\alpha^{-1}<1$ はその逆の場合で第2受容器が音源に近い時である。この時には $\alpha>1$ となつて遡る考え方から言えば α は増強率とも称せられるべきものである。

これを元の式へ戻せば

$$\mathrm{Sin}\,(2\pi\nu t_1)=1/n \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

$$\mathrm{Sin}\,[2\pi\nu(t_1\pm\delta/V)]=\pm\frac{1}{\alpha^{\pm1}n}=\pm\frac{\alpha^{\mp1}}{n} \cdots\cdots(5)$$

(5) を展開して (4) を之に代入すれば次式を得る。

$$\mathrm{Cos}\left(\frac{2\pi\nu\delta}{V}\right)\pm\sqrt{n^2-1}\cdot\mathrm{Sin}\left(\frac{2\pi\nu\delta}{V}\right)=\pm\alpha^{\pm1} \cdots(6)$$

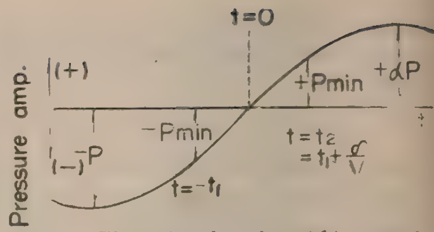


Fig. 2. Illustration about languishing sound wave. Co-ordinates : pressure anplitude~time elapsed.

水中音の減衰率 α を知る時、この (6) 式によつて δ と音圧（デシベル db で示せば $20\log_{10} n$）と周波数 ν との関係は決められることになる。

水中音圧が低くて n が1に等しいか又は1に近い時それでも第1受容器・第2受容器共に音波を感受する（即ち最も敏感と思われる）条件は (3) 式より

$$p_2=P_{\min},\quad \sin\left[2\pi\nu\left(t\pm\frac{\delta}{V}\right)\right]=1$$

として求めれば

$$\alpha^{\pm1}\cdot n=1 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(7)$$

(5) より

$$2\pi\nu\left(t_1\pm\frac{\delta}{V}\right)=\frac{\pi}{2} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(8)$$

(4) より

$$t_1=\frac{1}{2\pi\nu}\,\mathrm{Sin}^{-1}\left(\frac{1}{n}\right)$$

であるから (8) 式は

$$\mathrm{Sin}^{-1}\left(\frac{1}{n}\right)\pm 2\pi\nu\frac{\delta}{V}=\frac{\pi}{2}$$

すなわち

$$\frac{1}{n}=\mathrm{Sin}\left(\frac{\pi}{2}\mp 2\pi\nu\frac{\delta}{V}\right) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(9)$$

従つて (7), (9) 式より

$$\alpha^{\pm1}=\pm\mathrm{Cos}\left(2\pi\nu\frac{\delta}{V}\right)$$

或は

$$\nu=\frac{V}{2\pi\delta}\,\mathrm{Cos}^{-1}(\alpha^{\pm1}) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(10)$$

これが聴覚の最適（最も敏感な）周波数を与える式である。

V や α が一定ならば (10) 式から最適周波数は δ に反比例するので (1) 式とこれを組み合せて次の事がいわれよう。

a) 体軸方向 ($\theta=0$) では、最適周波数は音源からの距離に関せず二受容器間の距離のみに反比例した周波数である。

b) 体軸に垂直な方向に音源があれば、二受容器間の距離のみならず、又音源からの距離も最適周波数に関係するようになり，音源距離大なる程周波数の高い側へ移る。

同様な傾向は一般の場合 (6) 式でもうかがわれるのであつて，それらの具体的な数値を次節に算出する。

資料による計算例

水中音波の減衰率 α^{+1} としては 100 m で 1/10 となる率、即ち $\alpha=10^{-\delta/10000}$ を採つた。我々の水中音の実験では $\alpha=10^{-\delta/2600}$ を得たが[2]，他の資料[1]では減衰大なる筈の東京湾や沼津湾における超音波減衰率でもほぼ $\alpha=10^{-\delta/9000\sim23000}$ と言われているからである。

一方本論に必要な魚類側線の刺戟生理学的資料[3]としては体長約 20 cm のフナについてしか得られていないので我々もこれと類似の魚を対象とした。即ち体長約 20 cm のコイでは相隣る有孔鱗の間隔が 0.3~0.5 cm で側線の全長は約 15.6 cm，顔面側線系が眼前縁附近までとして最後部有孔鱗からの総長は約 18 cm で

ある。それで，$\delta=20\sim0.1$ cm 間に変化せしめて，(6) 式の n と ν との関係曲線並びに (9) 式の δ と ν との関係直線を画いてみた。それが Fig. 3 のⒶ-線とⒷ-線である。図でも判るように (6) 式による Ⓐ-線は高い周波数側で急昇して極限を生ずる。その極限周波数 ν と δ との関係を示したのが同図 Ⓒ-線で之を最高可聴限界周波数線と呼ぶ。

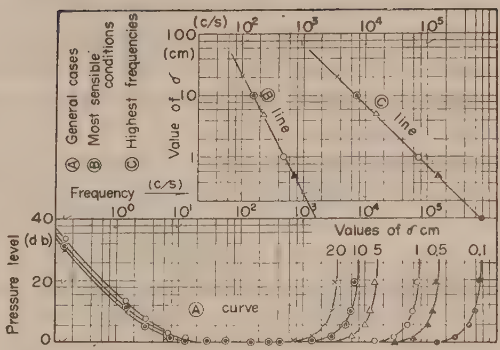


Fig. 3. Relations between frequency ν (c/s) and length δ (cm)

今，側線神経における興奮伝達速度を v m/sec とすれば，第1受容器と第2受容器とで受けた音圧刺戟による興奮が中枢に達する迄の時間の差 $\bar{t}$ sec は次式で与えられる。

$$\bar{t}=\left|\frac{\mp\delta}{V}\mp\frac{l}{v}\right| \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(11)$$

右辺第1項は水中音が源より発し両受容器へ到達するまでの物理的な時隔であり，第2項は受容器の興奮が中枢へ達するまでに要する時間の生理的な時隔である。負符号は第1受容器を基準にとつた時の遅れを示し正符号は同じく早まりを示す。時間の絶対値のみを考え，かつ一般に $\delta<l$, $V\gg v$ なることを考慮すれば (11) 式は近似的に次のようになる。

$$\bar{t}\fallingdotseq\frac{l}{v} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(12)$$

ここで我々は“同一側線系での二音圧刺戟が中枢で二刺戟として弁別されるためには二刺戟の与えられる時隔が同系の絶対不応期 τ sec より大でなければならない”と仮定しよう*。即ち方向判別の閾値附近では $\bar{t}\fallingdotseq\tau$ と考える訳である。すると (12) 式は

$$\tau\fallingdotseq l/v \quad \text{or} \quad \tau\cdot v=l \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(13)$$

となる。

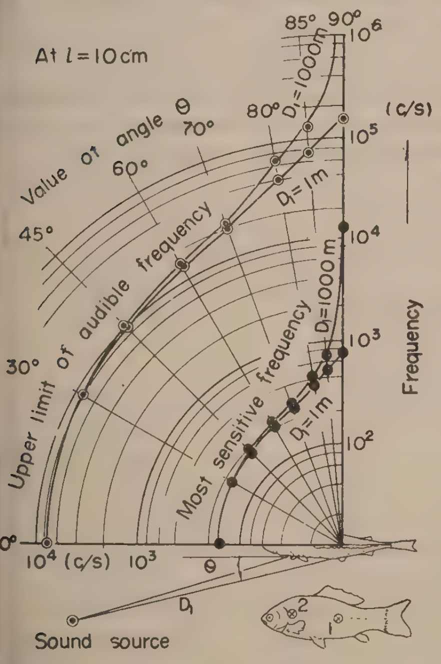


Fig. 4. An example of directional audibility (calculated at $l=10$ cm)

小川によれば[3] 体長約 20 cm のフナの場合側線神経における興奮伝達速度と絶対不応期とはそれぞれ A-neuron で 28.9 m/sec.・約 3×10^{-3} sec, B-neuron で 6.5 m/sec・約 11×10^{-3} sec (実験温度 9°C) である。(13) 式で計算すると，A で $l=8.7$ cm, B で $l=7.1$ cm となつて，どちらの neuron に関しても $l=7\sim9$ cm 程度を示し，これは側線系全長のほぼ半分に近い値となる。前述の理論計算においては l cm として相隣る有孔鱗の間隔の如き 0.3〜0.5 cm と言つた短い長さを含んで考え得るように取扱つたが，体長 20 cm を超えるフナ・コイなどでは $l=10$ cm 程度を採るのが妥当であることを知つた訳である。Fig. 4 には

* この仮定はもつともらしく見えるけれども刺戟生理学的には大胆である。401 頁脚註にも述べたように魚類側線聴覚と中枢機能との関係がもつと究明されねばならない事は勿論であるが，動物における macro な長さ l cm を絶対不応期 τ sec と興奮伝達速度 v cm/sec との積 $\tau\cdot v$ cm に関係づけて研究すべき事を示唆する意味であえて本報に採り上げたものである。

音源までの距離 D_1 を 1 m 及び 1000 m として，$l=10$ cm の場合 θ が変化すれば可聴上限や最適周波数が如何に変るかを対数刻みで画いてある。体軸に直角又はそれに近い方向に音源があれば相当に高い周波数にまで可聴であるような結果に見えるが，可聴なためには音圧が非常に大きくなければならぬ（$\theta=90°$ で 64 db 即ち (6) 式で $n=1250$）のに拘らず実際の高周波音波は水中で甚しく減衰してしまう事及び高エネルギーの超音波は水中では誠に発生し難い事などを考慮するとせいぜい数十 KC までが魚の方向感に関係するものと考えてよいのではなかろうか*。

可聴下限周波数に関しては Fig. 3 でも判るように限界は無い。受容間隔 l や音源距離 D などの値に殆んど左右されずに 10 倍の音圧（20 db）で 0.5 c/s，100 倍（40 db）で 0.05 c/s と言つた程度の低周波にも感じ，更に音圧を増せばいくらでも低い周波数の音にも感じて行く事になる。しかし，潮の干満の周期（$4.5 \cdot 10^4$ sec）程度にもなれば (6) 式より計算して約 250000 倍（108 db）の音圧を必要とする事になり，潮位変化量を 2.5 m としても 1/100 mm の水圧較差にも感ぜねばならぬ事となるからこのような長周期水圧変動に対しては側線系ではなくて他の器官で之を感受するものと考えるべきであろう。

結　　び

魚類聴覚の生物物理学的な取扱い方としては幾多の粗硬な点が含まれてはいるけれども，本文における理論及び実例計算によれば，魚類には音源方位判別能力があつてその知覚限界が音源・魚体間の位置と距離や音圧などと重大な関係をもつという事はほぼ確実な所であろう。

従つて，壁による音波の伝達・反射や干渉などが甚しく錯綜する筈の水槽実験では，音源位置や水中音圧を正確に規定してとりかからねば得られる結果はいたずらに混乱したものとなるに過ぎないであろう。水中での音波長は空中のほぼ5倍であつて，八畳敷部屋大の水槽でも空気中に換算すれば公衆電話ボックス程度の空間の半分にも満たないものに相当するのであるから，魚類の聴覚実験には一層の注意を払わねばならない。このような実験条件の調整は魚類聴覚の生理的生態的研究以前の問題である。

我々は昭和 31 年度文部省科学（各個）研究費の補助を受けて無反射壁や無伝導壁をもつた水中音実験用水槽を研究しつつあるが，可変周波・可変音圧の水中発生装置製作にもなお困難が横たわり，魚類聴覚研究の進みは度を追つて遅くなる傾向にある。先輩諸彦の御指導御鞭撻を渇仰してやまない所以である。

文　　献

1) 橋本富寿，他： 魚船研究技報（水産庁生産部）2 号，1951.

2) 黒木敏郎： 未発表

3) 小川兵衛： 電気生理学研究（昭和医大生理学教室）10 巻，1956.

---

* 個々の側線受容器・側線 neuron・中枢のいずれか又は其等の組合せが本質的にもつと低い周波数以下の音にしか受感し得ないという事もあり得る。三者の何れでそのような制限が生ずるかを区別することはなかなか困難であろうが，それが判れば本論におけると同じ方法で方向覚性を求め得る訳であつて，得られる結果はむしろより簡単になるものと信ぜられる。

赤潮の生理生態学的研究-I
赤潮プランクトンの垂直的移動について (1)

米田勇一・吉田陽一
(京都大学農学部水産学教室)

Physiological and Ecological Studies on Red Tide—I
On the Vertical Migration of the Plankton Producing Red Tide (1)

Yuichi YONEDA and Yoichi YOSHIDA

P ysiological and ecological studies on red tide have been made in laboratory as well as in field.

In this paper the vertical migration of the plankton producing red tide has been investigated. The plankton organism *Sennia* sp. collected from the red tide in Maizuru Bay (November, 1956) has mainly been used as the material in laboratory and following results have been obtained.

1) When a part of the water mass of red tide was brought in laboratory, the plankton organisms found within it usually sank to the bottom of a vessel and then came mostly to death. However, these sinking and death were kept in check by putting a proper number of pearl oysters *Pteria martensii* (DUNKER) in the material, adding the ordinary sea water of bottom layer in it, and so on.

2) Strong light, high salinity, oxygen unsaturation, and low pH seem to increase a buoyancy of the plankton; and, the inverse states of them, fall of temperature and strong shock seem to increase the tendency of sinking of it.

3) The vertical migration of the plankton might be caused mainly by decrease of dissolved oxygen and increase of light in the morning, and by the inverse states of both in the evening.

4) It has often been observed that the plankton producing red tide were extraordinarily concentrated in the surface layer (Table) and formed the mass of discolored water along the coast or at the corners of a bay. These phenomena seem to be mainly based on that the plankton increases its buoyancy according to increase of light and recovery of salinity after much rain, and that the plankton which has come together to the water surface by such a buoyancy is further concentrated, wafted on the skin current caused by wind.

As for the mechanism of vertical migration, few studies have been done. It will be discussed in the future papers.

緒　言

赤潮に関しては古くからかなり多くの報告がみられ，最近では辻田[1)2)]，平野[3)]，梶川[4)]，BAINBRIDGE[5)] 等の報告がある。しかし，これらの研究の大部分は野外調査に重点がおかれており，室内における実験観察は非常に少ない。

著者等は野外調査と平行的に室内実験を行うことを計画し，研究を続けているが，本報においては赤潮プランクトンの垂直的移動に関する若干の実験並びに考察の結果を報告することとする。

これまで，赤潮海水を採水し室内に運んだ場合に，まもなくプランクトンが沈下し更に死滅分解してしまうことが多かつた。このため赤潮に関する室内実験を行うのに非常に困難を感じていたが，本実験によりプランクトンの沈下を防止るす方法を知ることが出来，あわせてプランクトンの浮沈の要因や赤潮水塊の形成に関する若干の知見を得ることが出来た。

本稿を草するにあたり，種々御助言を賜つた松原喜代松教授並びに採集その他について援助を頂いた梅崎勇氏に深く感謝する。また大阪湾の調査には大阪府水産試験場の三上尚直場長並びに野中貞，兄部次郎，佐田東和夫の諸氏より種々の御協力を頂いた。ここに深く感謝する。

1957年8月31日受理.

実験並びにその結果

I. 実験方法

異常繁殖により海水を赤褐色もしくは赤橙色に変色させた赤潮プランクトン数種（表）について種々の予備実験をおこなつた結果，プランクトンの浮沈には種々の要因が関与するらしいことがわかつた。

Table. Maximum densities of the plankton concentrations found in the surface layer of some red tides.

Date	Locality	Dominant organism	Maximum density (cell/cc)	Color of water	Remarks
Oct., 1955	Maizuru Bay	*Gymnodinium* sp.	8 × 10^4	Reddish brown	harmful
Sept., 1956	Osaka Bay	*Peridinium Pellucidum*	3 × 10^4	〃	
〃	〃	Dinoflagellate	2 × 10^4	〃	harmful
Oct., 1956	Maizuru Bay	*Ceratium furca*	3 × 10^2	〃	
Nov., 1956	〃	*Sennia* sp.	6 × 10^4	Orange-red	
July, 1957	〃	*Exuviella* sp.	1 × 10^5	〃	

従つて次の如き諸実験をおこなつたが，実験材料としては1956年11月上旬舞鶴湾の一部に生じた赤潮プランクトンの一種 *Sennia* sp. を用いた。

濃厚な赤潮海水（プランクトン密度が1 cc 中数万個体のもの）を角バット（縦：13.5cm，横：17.0cm，高さ：20.0cm）数個に入れ，一部は塩分濃度を数段階に調節：（Cl=8.7‰，10.0‰，13.5‰，16.0‰，18.0‰）して北側の窓際に並べ，他に暗所に放置したもの及び屋外に出し直射光にさらしたもの等をつくり，そのうちの若干は流動パラフィンで封じた。これらのバットのおのおのについて，光の強さ，塩分濃度，溶存酸素量（圧），pH 値，水温等を測定し，これらの変化とプランクトンの浮上や沈下との関係を調べた。

なお，酸素の定量はミクロウインクラー法により，pH の測定は SZK 水素イオン（pH）比色計によつた。また，屋外の日射量は舞鶴海洋気象台の観測資料によつた。

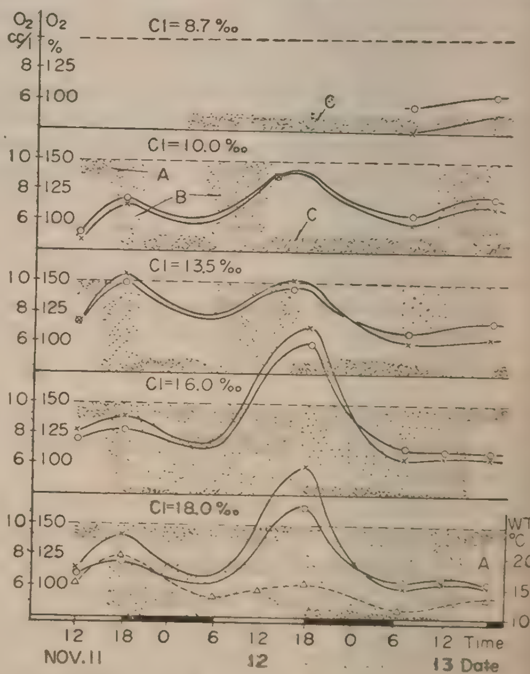


Fig. 1. Vertical migration of *Sennia* sp. at varying chlorinity, dissolved oxygen, and water temperature. volume of dissolved oxygen (cc/l); ×, degree of saturation of the same (%); △, water temperature; A, floating; B, suspending; C, sinking.

II. 実験結果並びにその考察

実験の結果はかなり複雑で，プランクトンの浮上や沈下には光の強さ，塩分濃度，溶存酸素圧，pH，水温等がいずれも，多少とも，影響を及ぼしているよう

であつた。

光の強さ 一般に昼間の明るさの強い時に浮上もしくは浮游し，暗くなると沈降がみられた（第1図)。また天候が変りやすい日には，明るさの変化に応じて一日のうちに二・三回も浮沈がくり返されることも観察された（第2図)。窓際においた場合，一般的にみられる日週期的な浮沈現象は光の強さの日週期的な変化とほゞ平行的であつたが，暗くなつても沈下しない場合や，沈下しても夜明けにならないうちに既に浮游の状態に変つてしまう場合もかなり観察された。

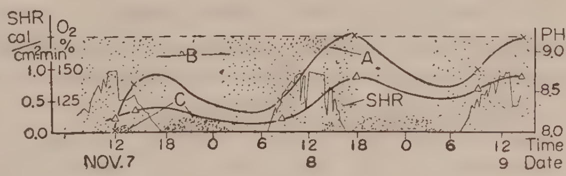


Fig. 2. Vertical migration of *Sennia* sp. at varying solar heat radiation, degree of saturation of dissolved oxygen (×), and pH value (△), in the case of Cl =16.0 $^0/_{00}$ and water temperature 13-16 ^{0}C. SHR, solar heat radiation in the open air; A, floating; B, suspending; C, sinking.

塩分濃度 塩分濃度による影響をみると（第1図），一般に濃度の低い程沈下の傾向が強く，濃度の高い程浮上や浮游の傾向が強くみられた。即ち，プランクトンの浮沈が顕著にみられたのは塩分濃度が一定の範囲内の場合（Cl=10,0$^0/_{00}$, 13.5$^0/_{00}$. 16. 0$^0/_{00}$）に限られており．塩分濃度の低い場合（Cl=8.7$^0/_{00}$）では光の強さや酸素圧等にあまり影響されることなく殆んど沈下の状態を持続し，その反対に，塩分濃度の高い場合（Cl=18.0$^0/_{00}$）には浮上もしくは浮游の状態を続け，あまり沈下がみられなかつた。また塩分濃度が高い場合には，沈下するにしても，その沈下する時間がおそくなり浮上する時間が早くなる傾向がみられた。例えば第1図の 12 日によると，Cl=10.0$^0/_{00}$ の場合では午後2時頃，Cl=13.5$^0/_{00}$ では午後4時頃に既に大部分が沈下したのに対し，Cl=16.0$^0/_{00}$ では5時半頃，Cl=18.0$^0/_{00}$ では6時半頃になつてはじめて一部が沈下しただけであつた。

溶存酸素量（圧）一般に酸素圧が高い程沈下の傾向が強く，低い程浮上の傾向が強くみられる。

例えば，流動パラフィンで封じて暗所に放置し，酸素圧を減少させた場合（第3図）には，プランクトンの日週期的な浮沈がみられなくなり，いつまでも浮游の状態を続けた。これを明るい窓際に移すと，プランクトンは最初は急激に浮上するが，その後酸素圧が飽和状態に回復した頃には浮上から浮游の状態に変り，更に夕方には沈下した。

また，直射光にあてた場合には夕方までに酸素圧が 200%，pH が 9.0 附近まで上昇するが，このような資料のうち一つにアコヤガイを投入して酸素を減少させ，他の一つには投入しないでそのままとし，双方を暗所に移した場合，後者には沈下がみられたが，前者には殆んど沈下がみられなかつた。

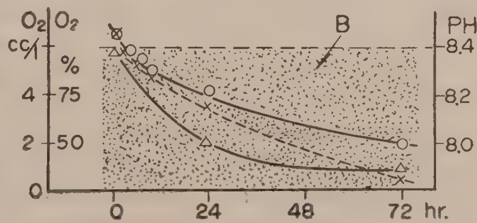


Fig. 3. Vertical migration of *Sennia* sp. in a dark room, at varying dissolved oxygen and pH, in the case of Cl 15.7 $^0/_{00}$ and water temperature 13-16 °C. ○, volume of dissolved oxygen (cc/1); ×, degree of saturation of the same (%); △, pH -value; B, suspending.

夕方沈下したプランクトンが夜明前に既に浮游の状態に変つている場合もよくみられるが，このような例は比較的塩分濃度の高い場合に多く，また浮游の状態に変つた時の酸素圧は飽和状態の近くまで低下している場合が多い。従つてこの原因は，暗所において酸素圧が減少した結果，プランクトンの浮上性が増大したためと思われる。

水素イオン濃度 pH は酸素圧と密接な関連をもつており，プランクトンの浮沈に及ぼす影響も大体同様な傾向がみられた。

水 温 水温は 12～22°C の範囲内では殆んどプランクトンの浮沈に影響を与えないように思われるが，10°C 以下の低温では沈下・死滅の傾向が強かつた。しかし，一部は低温に馴化したためか，水温が 2～3°C

に下つても長期間生存を続けた。

衝　撃　バットの入れかえのような強い衝撃を与えると，プランクトンが一時的に沈降する場合もある。

論　議

1）鞭毛を持たない植物性プランクトンの週期的な垂直的移動に関する報告は非常に少いが，FAURÉ-FREMIET[6] は *Hantzschia amphioxys* (Diatom) 外数種について調べ，趨光性の週期的な反転がプランクトンの週期的な浮沈を引きおこすことを指摘した。また沈下の問題に関しては，松平[7] は *Scenedesmus* の沈降が電解質によつて促進されることを述べ，松江・平野[8] は pH が最高の値に達すると *Scenedesmus* の沈下が起り，水変りの状態になることを指摘した。

鞭藻類のように鞭毛を持つた植物性プランクトン特に赤潮プランクトンでは，週期的な垂直的移動についての若干の報告がみられる。例えば平野[9] は Tide pool 内の *Gymnodinium* sp. に週期的な垂直的移動がみられることを指摘し，また HASLE (1950) は *Goniaulaux polyedra* 外二種について調査し，それらが日中は浮上し夜間は沈降することを指摘した。また赤潮プランクトンの垂直的な分布に関しては，比較的表層に濃密であるという報告が多いが，*Euglena*[10] 等では表面下数 m のところに濃密層があると報告されている。

2）著者等は赤潮プランクトンの浮沈に及ぼす要因について実験を行つたが，この結果では，プランクトンの浮沈はある一つの要因だけで引き起されるものではなく，光の強さ，塩分濃度，溶存酸素圧等の諸要因が関与しているように思われる。即ち，光の強さや塩分濃度の増大，酸素圧や pH の低下等はプランクトンの浮上性を増大させ，その反対に，光の強さや塩分濃度の減少，酸素圧や pH の増大，水温の急激な低下，強い衝撃等はプランクトンの沈降性を増大させるものと思われる。

3）塩分濃度が或一定の範囲内においては赤潮プランクトンの日週期的な浮沈現象が特に顕著にみられた。このような現象は，主として朝方光の強さが増大することや酸素圧が比較的低下していることが浮上を引き起し、夕方光の強さが減少することや酸素圧が過飽和の状態になることが沈降を引き起すために生じたものと思われる。

4）大雨が降り続いた数日後にはときどき赤褐色もしくは赤橙色に着色した赤潮水塊が発見される。このような水塊におけるプランクトンの垂直的分布を調べてみると一般に表層の方が密度が高い。晴天の場合には特にこの傾向が顕著にあらわれ，甚だしい場合には表層のプランクトン密度が 1 cc 中数万個体に達することもある（表）。

このような赤潮水塊は一般に風が吹きよせる海岸や湾の片隅にみられることが多い。従つてこのような水塊の形成は、次に述べる如く，主として赤潮プランクトンの持つ顕著な浮上性に起因するものと思われる。即ち，降雨期間中は塩分濃度が比較的低下しており日射量も少ないので垂直的分布範囲は比較的広いと思われる。然し天候が回復するにつれて塩分濃度が増大・回復に向い日射量も増大するようになるので，プランクトンの浮上性が増大し，従つて著しく表層に濃縮されるようになる。このようにしてごく表層に濃縮されたプランクトンは風によつて引き起される表面流によつて海岸や湾の片隅によせ集められ，ここに極端な赤潮水塊を形成するものと思われる。

同様な見地から赤潮の形成を論じたものとしては，KETCHUM & KEE's (1948), RYTHER (1955) 等の報告がある。なかでも RYTHER は，赤潮を形成する鞭藻類はしばしば栄養塩類の少い水域に発生し，能動的な運動力もしくは受動的な浮上性によつて表層に集まり，風やその他の要因の作用によつて更に濃縮される，ということを指摘した。

5）赤潮海水を採水しこれを実験室内に持ち運んだ場合に，間もなくプランクトンの沈下がみられることが多いが、このような沈下はアコヤガイの投入や底層海水の附加によつて防ぐことが出来た。これはアコヤガイや底層海水によつて試水中の酸素圧，pH値，塩分濃度等が是正されたためと思われる。

採水された赤潮試水内には，プランクトンが既に死滅しているものや運動力があまりなく非常に弱つているものが多数含まれている，という場合も多い。このような試水にアコヤガイを投入すると，既に死んでいたものは沈下するが弱つているものは大部分元気をとり戻し沈下しなくなる。従つてアコヤガイの投入によつて生きたものと死んだものとを容易に分離することが出来る。

ごく表層に濃縮されたプランクトンの死滅原因としては紫外線の照射，酸素圧や pH の増大等が考えら
れるが，この死滅原因についてはあらためて論ずることとする。

6）赤潮プランクトンの浮上や沈降の速度はそれ程速くはなく，条件によつて異るが1時間につき 50～
0cm 程度である。この値は Hasle によつて報告された浮上や沈降の速度（12時間で5～10m）と大体一
致している。

7）赤潮プランクトンの浮上や沈下を引き起す機構としては，プランクトンの趨光性，趨化性，気泡や油
滴等による比重調節，個体間の相互作用等の外に，海水の比重其の他の水質の変化等が問題となるが，これ
らの関係を論議するには未だ資料が不充分である。従つてこの問題も次の機会にゆずることとする。

文　　献

1）辻田　時美：西海区水研研究報告，**6**，11—58（1955）.
2）辻田　時美：西海区水研研究報告，**10**，1—62（1956）.
3）平野礼次郎：水産学集成，407—411，東京大学出版会，（1957）.
4）梶川　豊明：鳥取水試研究報告，**35**，1—364（1955）.
5）Bainbridge, R.：Biol. Rev. **32**（1）91—115（1957）.
6）Fauré-Fremiet, E.：Biol. Bull.，**100**（3），173—177（1951）.
7）松平近義：日水会誌，**7**（6），342—344（1939）.
8）松江吉行・平野礼次郎：陸水雑，**17**（4），133—140（1955）.
9）平野礼次郎：1955年10月 日本水産学会秋期大会にて講演.
10）橘高　二郎：京都府水試報告，28年度，83—88（1956）.

河川型の変化に応ずる漁獲努力量（アユ）の変化について*

小 野 寺 好 之
（淡 水 区 水 産 研 究 所）

On the Change of Fishing Effort corresponding to that of Types of River

Kôsi ONODERA

On the Dôsigawa, tributary to the river Sagami, dam and waterway were constructed in 1955 (Fig. 1), and the change of discharge occured (Fig. 2, Table 5). The type of river bed changed (Figs. 3, 4 ; Table 6, 7) also, and the change involved that of fishing efforts of Ayu, *Plecoglossus altivelis* T. et S., fisheries in rapids per day (Table 8). Table 3 shows clearly that fishing methods are highly restricted to the types of river beds. Table 4 explains that most of fishing efforts are observed in rapids especially in the case of fishermen belonging to cooperative. Data under unfavorable condition (Table 2) were eliminated, and E_bS_j, the density of fishing effort were measured in various subregions owing to procedure described bellow :

$$E_bS_j=\sum_{k=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} E_{bik}S_j/\sum_{k=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} l_{bik}S_j$$

where symbol $E_{bik}S_j$ denotes efforts of fishing on some fishing ground (i) which has any types of river beds (b), at any creelcensus day (K), in any subregion (S), in any year (j). Symbol $l_{bik}S_j$ denotes length expressed in units of 100 m. under the same terminology as mentioned above.

Following above procedure, the results shown in Table 8 were rearranged into as Table 9. Without considering the coefficient of variation shown in Table 11 and corrective coefficient (Table 1), it may be probably true that under these prediction E_bS_j may attain 0.5−0.4 and the yearly change of total efforts was brought force from that of total length of rapids.

全国各地の河川に発電用ダムが構築されると，きまつてアユの減産がおこるが，その本質的な原因が明らかになるまえに，漁業内容と河川環境の変化との相互間に，どのような実体的な対応があるか，ということを明らかにすることがすでに困難である。

ここでは，ダムの構築に伴なう河川型の変化が，アユ漁業の漁獲努力量の変化をひきおこした状態についての取扱いを報告する。

稿を起すにあたつて，creel census に対して全組織を上げて協力された神奈川県津久井漁業協同組合長梅沢泰三氏他調査員諸氏，ともに観測をおこない一部の整理にも協力された神奈川県水産指導所桜井裕氏，共に調査し討論にも応じられた東海区水産研究所田中昌一氏及び淡水研河川部の同僚諸氏，特に大部分の整理と計算と製図に協力された土方幸子嬢・森住武君に深く感謝する。また原稿のご校閲を願つた黒沼所長に心からの謝意を表する。

方　　法

アユの減産は対象漁区におけるアユ個体群が小さくなるのでおこるが，ダムが完成すると，ダムの上下の河川の流量とその変化の状態とが，ダム構築前にくらべて変化する。それは河川型** の変化を導き，河

1957 年 9 月 2 日受理

* この要旨は 1957 年日本水産学会年会で講演された。淡水区水産研究所業績第 46 号

** ここでは可児 (1944) のように河川の一屈曲の間における早瀬・淵・平瀬の度数とその配置による河川型とはせず，これらのある区間における構成比を河川型とした。

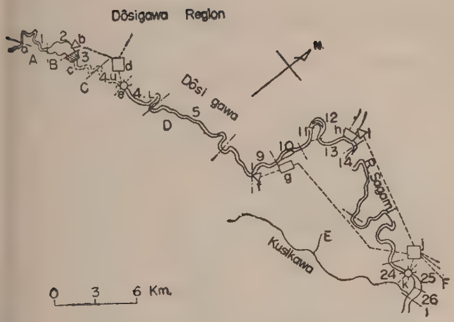


Fig. 1. The extension of Dôsigwa, studied tr.

a : The Ryôgoku bridge, situated on the boundary of both Yamanashi and Kanagawa prefecture, makes the uppermost limit of the survey region. b : The intake to The 2nd Dôsi Power Plant. c : The Dôsi Dam. d : The deviding reservoir at Sugai. e : The 2nd Dôsi Power Plant. f : The intake to the Yokohama waterworks at Aoyama. g : The settling basin at the waterworks. h : The Tukui Dam. i : The intake to the Tukui Power Plant. j : The dividing reservoir at Tanigahara. k : The Tukui Power Plant. l : The confluence of the Kusikawa to the river Sagami, which makes the lowest limit of the survey region. 1—26 : The survey sections.

On 28 th March, 1955 the bypass of the Dôsi dam was closed. The backwater, which is now called Okusagamiko (the lake of inner Sagami), formed the next day. Water taken from b was sent to the Lake Sagami through d and the Akiyamagawa. Only 2 m^3/sec. of water is run down to g through e and f. Water of the Katuragawa which confluenced with that of the Akiyamagawa makes the Lake Sagami and arrive the Tukui regulating reservoir after generatiog power at the Sagami generating station in the Sagamikomati. It goes to k through i and h. Thus after completion of the Dôsi Dam, the change of discharge appeared at the knots of a, c, e, f, k and l and, in total, present the subregions A—F.

型の変化はアユ個体群の分布の変化をもたらす。河川型の変化とアユの個体群の分布とが対応することが可能であることについては，川那部・他[2]により一部推定できると考える。この分布の変化に漁獲努力量の変化が対応していると考える。アユ個体群の分布と努力量の分布とにそれぞれ交絡しつつ，または独立に影響している年々の天候条件，河川の水の状態については，河川型の変化との対応を調べるまえに取去らねばならない。Lagler[3]は河川における瀬と淵との性質とそれらの占める割合が，魚類の生産環境としての河川を評価することになりうることを述べている。しかしここに報告されるものには，本質的な過程の一段階としてのアユ個体群の分布状態の変化と，努力量の変化とが対応している状態についての整理はついていない。ここでは努力量と河川型との対応をのべるにとどめる。努力量と河川型との変化を対照するに当つては，ダム完成前後の両年について以下の量を比較した。

$$E_bS_j=\sum_{k=1}^{m}\sum_{i=1}^{n}E_{bik}S_j/\sum_{k=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} \qquad (1)$$

ここに $E_{bik}S_j$ は，j 年におけるある河川区 S での k 調査日において，ある河床型をもつ漁場 i に存在した努力量とする。b には早瀬（r），淵（p）平瀬（r_s）の別がある。$l_{bik}S_j$ は j 年におけるある河川区 S での k 調査日において，b 河床型をもつ漁場 i の長さである。河川における河床型がそれぞれ漁法を特殊化することを予想して，1河床単位を1漁場とし，適宜の流程の河川区を漁区とした。数漁区が集まつて調査員1名を配する地区とした。l_{bi} は 100 m 単位で表わし，各年1回の踏査記録をもつて代用した。すなわち，ある河川区 S の j 年の河床型 b での努力量の密度 E_bS_j は，河床型 b の長さ 100 m 1日当りの量として表現され，これをダム構築の前後で比較した。

資料・調査区・調査法および観測誤差

資料はすべて，1953 年から 1956 年にかけて，神奈川県相模川支流道志川で直接観測または踏査した資料を用いた（Fig. 1)。漁獲努力量は調査員の creel census[5)6)] によつた。

努力量の観測誤差は0であり，1日当努力量の観測時刻による誤差は，天候正常の条件下で Table 1 のとおりである。すなわち，ある地区において，調査員が観測した努力は，環境条件が異常（後述）でない限り，11～15 時の間に調査された努力量は，その地区その日の全努力量の 1/1.14～1/1.38 すなわち 88～72 %であり，偏差としては－（12～28）%である。抽出誤差については後述する。

河川型観測は 1954 年は2人1組で，20 m の長さの測縄を用いて行なつた。1955 年は1人により歩測により河床型単位の長さを観測した。測縄によるある河川区全流程の観測誤差は精々 1.8 %程度で，歩測による場合は 1.3～3.3 %，平均 2.4 %程度であつた。河川型調査は踏査日の流量によつて，早瀬と平瀬とのあらわれる状態がやや異なるが両年とも平水よりやや低目の状態のときに踏査が行なわれた結果となつ

Table 1. Corrective coefficient given to actual censused data of creel census.

Time	10	11	12	13	14	15 h
Corrective coefficient of effort	1.60	1.38	1.33	1.26	1.14	1.26

Amount of fishing efforts censused by clerks within a survey section of river has the error concerning surveying time. The error or the deviation from true amount of fishing effort of the day was estimated as in this table. Statistics given by clerks must be corrected as follows : if the clerk censused the assigned area at average time of 14 hour, the data must be multiplied by the corrective coefficient (this time, 1.14) to get true value of the amount of fishing effort of the day, thus the deviation at 14 hour 1−1/1.14=0.12 is the minimal deviation, and at 11hour 1−1/1.38=0.28 is the maximal deviation actually. (ONODERA, K. : On the corrective coefficient of creel census., M.S.)

ていた。踏査は同一の組または同一人によつて全域の踏査を行なうことはできなかつたが，個人差はいちじるしくない。

地帯（Fig. 1）別流量については，相模川開発建設事務所，また水位・濁度と雨量とについては横浜市水道局青山水源事務所の好意によつた。

資料の取捨と計算の過程

1. 努力量に影響する気象・河川状態

各地区ごとのビク調査（creel census）記録を整理することにより，調査員の所見の中から，気象の状態や河川の水の状態で出漁や漁獲に好ましくない影響のある条件を抽出することができる。それは Table 2 のとおりである。これらの条件にはいらない日の努力量を環境良好の条件，または正常条件下の努力量として，この量を 1954，1955 の両年，つまりダム完成の前後における比較すべき努力量とした。

2. 河床型と漁法との特殊的な対応

1954 年の creel census の記録を用いて河床型と漁法との対応を調べた。まず組合員の行なう漁法について，道志川調査区のすべての個々の瀬や淵においていとなまれたすべての漁法を整理し，次に全区を通して河床型別に行われた単純な，または組合わされた漁法の出現度数を調べた。その結果 Table 3 の事実が明

Table 2. Envilonmental condition influenced unfavorably upon the amount of fishing efforts.

Year	S.R.*	Water level at Aoyama (m.)	Rainfall (mm.)	Turbidity**	Discharge (m³/sec.)
1954	A B C D E F	3.9 ≤	15 mm/day ≤	30 ≤	
1955	A		16.3 ≤	35 ≤	17.50 ≤
	B		—	—	
	C	3.95 ≤	16.3 ≤	35 ≤	
	D	3.44 ≧	16.3 ≤	35 ≤	
	E		20. ≤	35 ≤	11.74≤, 1.49≧
	F		20. ≤	35 ≤	39.82 ≧

*S.R. : Subregions. ** Indicated by required volume (in cc.) of standard suspension which contains 1 gr. of porcelain clay per 1 liter of distilled water. The suspension is added to 100 cc of distilled water in a test tube in which the equivalent turbidity with river water is prepared.

Table 3. Relation between fishing methods and types of river beds.

(1)

F.M. \ R.B.	r	p	r_s
1.	32	0	0
1.2.	56	0	0
1.3.	2	0	0
1.5	1	0	0
1.2.5.	1	0	0
2.	3	0	0
2.3.	1	0	1
2.5.	1	0	0
3.	2	0	0

(2)

F.M. \ R.B.	r	p	r_s
1.2.3.4.	2	0	2
1.2.3.7.	1	1	0
1.2.3.10.	2	2	0
1.2.4.	1	0	1
1.2.7.	1	2	0
7.	0	5	0

F.M. : Fishing methods. R.B. : Types of river beds. Fishing methods include 1 : Tomozuri ; 2 : Guito ; 3 : Korogasi ; 4 : Toami ; 5 : Hikkaki ; 7 : Dobuzuri and 10 : Ezuri. Types of river bed include r : Rapids (Hayase) ; p : Pools (Huti) and r_s: Hirase, slow flowing part of stream between pools and rapids.

These tables show that fishing methods are highly restricted to types of river beds. Table 2—(2) implies that because the boarder lines of fishing grounds were rather vaguely recognized by clerks of creel census, even if the writer assigned strictly the ranges of fishing grounds and classified them into types of river beds with bed which occupied most part of them, the censused data showed mixed fishing with various methods in various fishing ground.

らかとなつた。すなわち，‘ぐいとう’‘ころがし’‘ひつかき’などと称せられる連鎖状につらねた針による仕かナを，相当の速度で河床に近くひきまわす漁法か，または相当の速度で個体（アユ）が自ら針にかかることこより漁獲される漁法‘友づり’は著しく早瀬に集中し（Table 3—(1)），‘どぶづり’または‘えづり’のようこ偽餌または餌を用い針をゆるやかにうごかす漁法は淵で行われる。また投網は流れのゆるやかな平瀬で行つれる。同一の河床型の中で，漁法の原理的に相反するものが同時に行われている場合については，調査員り通称する漁場名称が広い範囲をふくむか，またはあいまいに漁場が限定され，相接する早瀬と淵，または平瀬と早瀬の部分に行われている漁法が，同一の漁場名称の下に調査され記録された場合に，整理に当つてこれをその漁場に主としてふくまれる河床型のものとして分類した結果から生じていると考える。

3. 瀬の漁法の業態・盛漁期

1954. 1955 両年について，河川型調査の資料が対比できるように整つている地帯における，良好な条件下り組合員と遊漁者との努力量を整理した（Table 4）。これを作るにあたつては，Table 3 から知られる圧倒的な早瀬の漁法の‘友づり’‘ぐいとう’‘ころがし’を‘瀬の漁法’として一括した。全漁法努力量に対する‘瀬り漁法’の組合員部分におけるいちじるしい優勢と，その遊漁者部分における後退が一見して明らかである。全体の努力としては遊漁者が優勢であるが，一般に漁獲技能がすぐれており，また生産担当の主体者でもある漁協組員部分の努力を扱うことにした。Table 2 からは組合員の盛漁期としての 6～8 月は大差ないが，調査密度の大きかつた 6 月，解禁月の 6 月，農繁期の 6 月という条件を顧慮して，組合員が平均して出漁する 7～8 月の資料を取り扱うこととした。

Table. 4. Composition of creel-censused fishing efforts.

		Fishing effort (man-day)												Per cent. ($E_r/E_T \times 100$)	
		1						2						1	2
		Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Total	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Total		
1954	E_r	492	647	500	132	11	1782	570	787	792	141	4	2294	96.5	59.8
	E_T						1846						3839		

1955	E_r	123	92	57	37	1	310	446	397	219	71	0	1113	87.8	48.
	E_T						353						2287		

In the creel census on the river Dôsigawa, 1954—1955, Ayu (*Plecoglossus altivelis* T. et S.) fisheries was censused exclusively. Data shown here are of those survey sections which the characteristics given in per cent. of total length of the same kind of bed of river could be contrasted with each other in either year of 1954 and 1955. The data, amount of fishing efforts, indicate that they concentrate in July and August, and fishing on rapids occupies most part of the total Ayu fisheries. These data were picked up from those under normal condition—the data censused under unfavorable condition were omitted. Symbol 1 denotes the data for the cooperative fishermen, 2 for sports anglers ; E_r, for efforts of fishing on rapids and E_T for the total fishing efforts.

4. 計 算 の 過 程

努力量の密度 E_bS_j の算出に当つては次の過程によつた。

i) 瀬の漁法の地帯別１日当り努力量の算出

ii) 地帯別の瀬の長さ (100 m) 単位の算出

iii) E_bS_j=i)/ii)

その他前述の約束（１）から理解できる各種の方法がある。瀬の長さ 100 m 単位については，各年の河川踏査の記録から，地帯別に個々の早瀬の長さの和を 100 m 単位で表わしてえられる。

結　　　果

1. ダムの完成前後における流量および河川型の変化

道志ダムは 1955 年 3 月 28 日に仮排水路のしめ切が行われた。29 日には満水して，ダムの越流部から越流し始めた。約２カ月の試験後，河水統制は予定どおりうごき始めた。

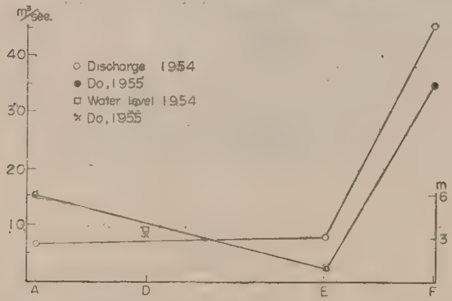


Fig. 2. Median discharge or water level at four stations in the Dôsigawa.

Letters A—F represent subregions. On the scale of ordinate, the length from origin to each points representing survey subregions, is proporionate to the distance from the Ryogoku bridge to the center of each subregions.

Table 5. Median discharge or water level at four stations in the Dôsigawa, 1954 and 1955.

S.R. ＼ Year	1954	1955
A*	6.6 m²/sec.	15.1 m³/sec.
D**	3.60 m	3.37 m
E*	7.6 m³/sec.	2.3 m³/sec.
F*	45.0 m³/sec.	34.2 m³/sec.

*Median discharge (Heisui) from March 29th to October 31st in each year. **Median water level at Aoyama water works in the same period.

ダムの上下における流量は，ダムの完工前後において Table 5, Fig. 2 のように変化した。

地帯Ａと地帯Ｄとの間に道志ダムの取水口，ＤとＥとの境界に青山水源池の取水口があり，ＥとＦとの境界に津久井発電所の放水口と余水吐きがある。

1955 年の流量を 1954 年のものと比べると，調査期間の平水量について，最上流のＡでは２倍以上の流量があつたが，津久井発電所の放水を合わせる以前の地帯Ｅでは 1/3 以下に減少している。Ｄは青山水源池取水口水位で調査されたが相当の低下がみられている。Ｆは 1954 年に比しそれほどの減少が予想できない地帯であるが，谷ケ原分水池から水道，かんがいの方へ相当量送られていると考える。いずれにせよ調査区のダム下流の大部分において，ダム構築後相当流量の減少があつたことがわかる。

河川型は早瀬と平瀬とで Figs. 3, 4, Table 6 のように変化した。これをみれば，地帯Ｃ～Ｅにわたって 1954 年に比し 1955 年に早瀬が著しく減じ平瀬が著しく増加していることが明らかである。

一方，早瀬・平瀬それぞれの一単位の長さの度数分布をとれば Table 7 のようになる。つまり 1954 年に比し，1955 年の各区における早瀬の減少，平瀬の増加は，長い早瀬の減少と短い早瀬の増加，いいかえれ

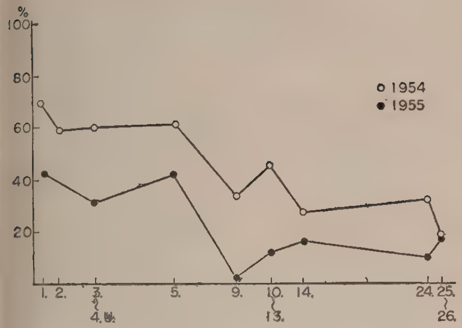


Fig. 3. Characteristics of the sections of the river Dôsigawa shown by per cent. of length of rapids, 1954 and 1955.

Figures 1—26 represent survey sections. On the scale of ordinate, the length from origin to each points representing survey sections is proportionate to the distance from the Ryôgoku bridge to the center of each survey section.

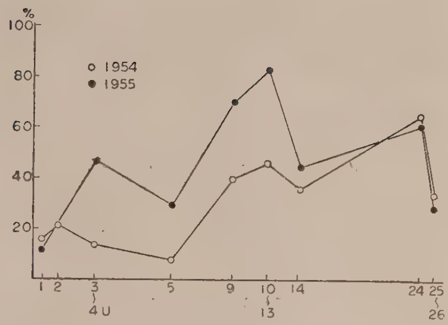


Fig. 4. Characteristics of the sections of the river Dôsigawa shown by per cent. of length of hirase*.

*A type of river bed, where stream flows slowly between pools and rapids.

Table 6. Characteristics of survey sections of the Dôsigawa shown by (1) 100 m. units, and (2) length of each types of river beds in per cent.

(1)

S.R.	S.S. \ R.B. (Year)	1954 r	1954 p	1954 r_s	1954 Total	1955 r	1955 p	1955 r_s	1955 Total
A	1	11.47	2.49	2.54	16.50	8.42	8.95	2.31	19.68
B	2	9.80	3.15	3.75	16.70	—*	—*	—*	—*
C	3～4 U	16.69	7.20	4.02	33.18	11.68	8.09	17.88	37.65
D	5	(27.75)**	(9.38)**	(7.55)**	(44.68)**	21.25	14.63	14.86	50.74
E	9	3.93	2.84	4.51	11.28	0.25	2.96	7.80	11.01
	10～13	17.38	3.11	17.78	38.27	5.80	2.08	40.64	48.52
	14	1.05	1.43	1.40	3.88	0.95	2.30	2.65	5.90
	24	3.30	0.26	6.82	10.38	1.47	5.25	7.80	14.52
F	25～26	2.10	5.50	4.00	11.60	2.03	5.40	4.00	11.43

(2)

S.R.	S.S. \ R.B. (Year)	1954 r	1954 p	1954 r_s	1954 Total	1955 r	1955 p	1955 r_s	1955 Total
A	1	69.5	15.1	15.4	100	42.8	45.5	11.7	100
B	2	58.7	18.9	22.5	100	—*	—*	—*	—*
C	3～4 U	59.8	25.8	14.4	100	31.0	21.5	47.5	100
D	5	(62.1)**	(21.0)**	(16.9)**	(100)**	41.9	28.8	29.3	100
E	9	34.8	25.2	40.0	100	2.3	26.9	70.8	100
	10～13	45.4	8.1	46.5	100	12.0	4.3	83.8	100
	14	27.1	36.9	36.1	100	16.1	39.0	44.9	100
	24	31.8	2.5	65.7	100	10.1	36.2	53.7	100
F	25～26	28.8	16.4	54.8	100	28.0	16.6	55.3	100

R.B.: Types of river beds. S.S.: Survey sections. S.R.: Subregions. *Subregions of backwater. **No survey was made but estimated from data of 1955.

Table 7. Frequncy of length of each rapid and hirase (Dôsigawa, 1954 and 1955).*

Year	Class (m.) / S. R.	(1) Rapids 50>	100>	150>	200>	200<	Total.	(2) Hirase 50>	100>	150>	200>	200<	Total.
1954	1〜4	27 (47)	14 (25)	9 (16)	4 (7)	3 (5)	57 (100)	38 (86)	6 (14)				44 (100)
	9〜24	18 (51)	8 (23)	5 (14)	1 (3)	3 (9)	35 (100)	20 (50)	10 (25)	4 (10)	5 (13)	1 (3)	40 (100)
	25〜26			1 (100)			1 (100)					1 (100)	1 (100)
1955	1〜4	37 (57)	20 (31)	8 (12)			65 (100)	36 (60)	18 (30)	5 (8)		1 (2)	60 (100)
	9〜24	35 (90)	3 (8)	1 (3)			39 (100)	21 (35)	14 (23)	13 (22)	4 (7)	8 (13)	60 (100)
	25〜26		1 (50)	1 (50)			2 (100)		1 (33)	1 (33)	1 (33)		3 (100)

Hirase is a type of river beds, where stream flows slowly between pools and rapids. It is remarkable that for the case of rapids the frequency curve of its occurrence has a long slender slope towards the class of larger length in 1954. while in 1955 the slope is steep and the frequency bears heavier weight on the class of smaller length. In case of hirase the same phenomenon is reversed.

*S. R. : Subregions. The figures in tables mean numbers and that in parenthesis mean per cent.

ば早瀬の分断と，短い平瀬の減少と長い平瀬の増加，いいかえれば平瀬の長大化とを伴なつていることがわかる。観察によれば，早瀬は 1955 年は浅くなり，分断され，早瀬の平瀬化の傾向が著しい。なお上流から下流へ下るに従つて両年ともに早瀬はその割合を減じ，平瀬はその割合を増加することが注目される。河川型について地帯Ｆでは変化がないが，Ａでは変化がないことが予想されたにもかかわらず，平瀬は別として 1955 年の早瀬の割合が相当減少していることについては理由が不明である。Table 6 の，合計の 100 m 単位の長さで 1955 年が各地帯（漁区）とも一般に系統的に増加しているのは，観測誤差のことを考えても有意な差であることが明らかであり，これは，流量の減少による流路の屈曲の増加がきいていると考える。

2. ダム構築の前後における水質の変化

山内典子（未発表 ： 道志ダム築造に伴う水質の変化について）によれば，“道志川においては，Dam 築造に伴なう水質の変化は認められない。故に道志川で Dam が水産に及ぼす影響は水量の変化によつておこる水理的な原因によるものと考えられる”*。

3. 瀬の漁法の 1 日当り努力量の変化

調査地域のうち 1954，1955 両年について，河川型変化の対比できる地帯区分について，組合員部分の天候良，平日の部分の1日当努力量を示せば Table 8 のとおりである。両年を対比して地帯Ｂ，つまり湛水地帯，は別としてＣとＥとにおいて努力が０になつたことと，総平均においてのおどろくべき一致とが目につく。

Tale 8. Fishing efforts per day of cooperative fishermen in rapids under normal comdition in July and August, 1954 and 1955, for the survey sections of the Dôsigawa.

S.R.	A	B	C	D	E			F		Total
Year / S.S.	1	2	3〜4U	5	9	10〜13	14	24	25〜26	
1954	2.07	1.60	4.81	13.7	2.23	12.6	2.78	0	8.33	5.02
1955	2.00	0	0	7.60	0	0	0	0	1.83	4.79

In 1955. subregion B was impondedd ; C and E were not surveyed because hardly any fishing effort was found. Consequently in these subregions the amount of fishing effort should be taken for granted to be zero.

* 小野寺，他：“ダムの構築が漁業に及ぼす影響に関する研究”（未発表）

4. 瀬 100 m・1日当努力量の密度 ($E_b S_j$)

Table 8 を Table 6—(1) で除して地帯による，または年による瀬の長さの条件の違いを消した。その結果 Table 9 を得た。これを見れば Table 8 に見られた地帯間の努力量の差は更に減じている。しかし総平均としての年間の差はやや増加した。

Table 9. Fishing effort in rapids of 100 meter unit length per day under normal condition in July and August, 1954 and 1955, for the survey sections of the Dôsigawa.

S.R.	A	B	C	D	E				F	Total
S.S. / Year	1	2	3～4U	5	9	10～13	14	24	25～26	
1954	0.18	0.16	0.44	0.49	0.57	0.73	2.6	0	4.0	0.53
1955	0.24	0	0	0.34	0	0	0	0	0.9	0.37

Comparing these data with that of Table 8, it is quite apparent that the variation between survey regions in the former is well diminished.

考　　察

1. 1954 年の第1，第2漁区においてそ上のアユは，道志ダムの仮排水路に 8月0日組合員が土俵製の
魚梯を作るまで見られなかつた。またダム上流での放流アユは，7月下旬になつて漁獲対象にはいり始め
た。F地帯では瀬は広大であつて瀬 100 m 当りの漁夫の配置は上流地帯のような両岸における一重のもの
でなく，漁夫は瀬の中にはいりこんで漁獲を行なつた。これらを考えて地帯A，B，Fの特殊性を理解する
と，Table 9 の 1954 年における第3漁区から第 13 漁区までの瀬 100 m・1日当り努力量の密度の著し
い整一な状態から，ある地区でのアユの漁獲努力量は，その地区の早瀬の長さによく相応じて増減している
ことを示していると考える (Fig 6)。

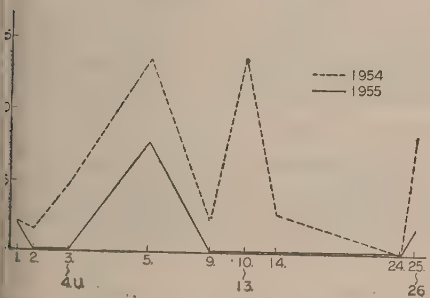


Fig. 5. Fishing efforts per day in rapids in each survey section.

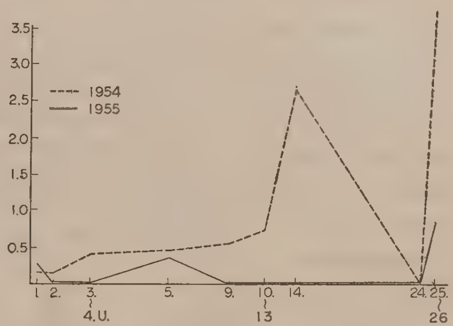


Fig. 6. Fishing efforts in rapids of 100 m. unit length per day in each survey section.

Table 10. Slope of water surface in some selected survey sections of the Dôsigawa, 1954 and 1955.

St.*	Aoyama sandtrap ↓	Yabusita ↓	Tobinosu ↓	Tukui Power Plant ↓	Confluence of the river Sagami to the Kusikawa
	E				F
S.S. / Year	9	10～13	14	15～24	25～26
1954	—	7.7/1000	13.6/1000	—	2/1000
1955	—	6.6/1000	7.8/1000	2.8/1000	2.2/1000

*These stations are on the boarder lines of various survey sections or subregions.

2. 1954 年における第 14 漁区の努力量の密度 (Fig. 6) は，第 14 漁区が早瀬の短い区間であるにもかかわらず (Table 6—(1))，河川の水面勾配において，その前後の区間よりも著しい傾斜をもつことを考えれば，条件のよい瀬として努力が集中するという特殊性が理解される(Table 10)。

3. 同年について第 24 漁区がある程度の瀬の長さにもかかわらず努力が 0 であるのは，河川傾斜がゆるいということのほか下流の第 25，26 漁区の好漁場に努力が集中している結果を示していると考える。

4. 1955 年の夏の漁期はみじめな状況を示している。地帯Bは湛水地区として水没し，ダム下から道志第 2 発電所までは流量がほとんどないか，たまに流れてもまもなく止まつた。第 9 漁区，すなわち水道取水口以下から，第 24 漁区，すなわち津久井発電所の放水が再び河を養う地点よりまえの漁区まで，ここに観測値は省略するが，水面巾は著しく減少した。この地帯では，たまに遊ぶもののほか，組合員の漁夫をみることがなかつた。この地区における平瀬の著しい増加 (Table 6—(2)) と，平瀬において著しく漁法が制限され，(Table 3—(1)·(2)) または平瀬では努力のきわめて小さい部分があるにすぎないこと (小野寺，未発表) とを考え合わせると，平瀬という河床型がアユの生産に好ましいかどうかが注目される。

5. 1955 年の第 14，第 24 漁区の河床型区間特性の百分率 (Table 6—(2)) を 1954 年と比較すると早瀬の減少と，平瀬または淵の増加が目立つ。観測値をここには報告しないが，この場合淵とされた河床型には，ほとんど流速はなく河床横断面で平瀬と淵の中間型とみられるいわゆる‘トロ’がふくまれ，そのアユに対する生産性では平瀬と同様によくない[2] 部分が増大していることをのべなければならない。これらはすべて Table 9 における地帯Eの，非生産性の結果と考えられる努力量の 0 であること，にむすびつく。

6. 淵の生産性についてはここでは述べないが，この区間に早瀬がないわけではないので (大した早瀬でなくても)，優勢な平瀬またはトロにはさまれて配置されている早瀬の生産性は別の問題をふくんでいると考える。

7. 地帯Eにおけるトロの出現には，1955 年のこの地帯の流量の減少が考えられる。Table 5 を見ればEは 1954 年に比し 1/3 以下の流量を示し，Table 2 をみれば調査員は流量 11.74 m^3/sec 以上と同様1.49 以下もまた漁獲努力を減少させる異常な条件となつていることをこの区においてしばしば報告している。

8. ここで努力量を crude な量から次第に specific な量になおす[4] 過程で，抽出誤差がどのように縮小して来るかを調べた (Table 11)。年間または月別の努力量の地帯間変動を算出することは何ら意味がないので，年別に 7 月と 8 月との 1 日当努力量の地帯間の変動係数を求めた。真に 1 日当努力量の変動をみるためには，地帯内の調査日ごとの努力量の分散を求めて，これをすべての地帯について加え合わせ，地帯ごとの

Table 11. Reduction of coefficient of variation on account of adoption of more specific amount.

Specific amount	Efforts of fishing per day (1)	(2)	Efforts of fishing per day in each rapid (3)	Efforts of fishing per day per 100 m. length in each rapid (4)
Year	1954	1955	1955	1955
Month	Jul.—Aug.	Jul.—Aug.	Jul.—Aug.	Jul.—Aug.
Region	A—F	A—F	5	5
n	22	6	22	22
$\bar{x}$	6.93	3.94	0.38	0.52
s^2	31.69	9.719	0.174	0.1332
c.v.	0.81	0.79	1.10	0.70

In comparing C.V. of (1) and (2) with that of (4), it is found that the latter is less about 10 % than the former group.

調査日数の違いによる重さの違いが反映する計算の過程をとらねばならない。しかし，ここでは近似的な値として，地帯ごとの 1 日当り努力量の平均値の地帯間変動をみた。それは Table 11 の (1) と (2) とに見られるとおり，0.81～0.79 程度である。この変動は，さきに述べた調査時刻による変動と独立ではないが，最大の変動をみるためにこれを独立として扱い単純にひきのばす操作を行なえば，Table 1 より 0.81×

1.38 および 0.79×1.14 として 1.12〜0.90 程度の変動があることになる。一方最も specific な量として 1955年の第5漁区で，7〜8 月の各早瀬漁場ごとの努力を 100 m 当りの値とした時 Table 11—(4) に見るとおり 0.70 であり上と同様にして cree census 時刻の補正をおこなえば，0.97〜0.80 程度が最小の抽出誤差となる。従つて1日当り努力量に対して抽出誤差がなお 10 %程度縮小するものと考える。同じ漁区の同じ年での漁場ごとの努力量をそのまま計算するときは同表（3）のとおりで，瀬 100 m 当りの修正を加えないときは同じ漁区であつても，瀬の長さの相違が，地帯間の瀬の長さの相違よりもきく可能性を暗示している，ともみられる。

9. Table 9 の結果から，天候のよい条件下で，アユ漁業（組合員）の瀬 100 m・1日当りの努力量は，平均 0.5 〜0.4 (Table 9) とみてよいが，変動の巾を考慮にいれることについては，分布型に関する data を整理して報告することにしたい。

結　　論

以上のべたことからほぼ確実に次のようにいうことができる。

1. 河川におけるアユ漁業は，相模川・道志川のような早瀬の多い（河川勾配の強い）中流をもつ河川では組合員が上に早瀬で漁獲を行なつている様相を示す。これは，このような河川では早瀬が漁獲を多く上げる河床型であることを暗示している。

2. このような河川で，流量の相当の部分が他の河谷へ廻されて流量の減少がおこる区間を生ずると，その区間では

① 早瀬の一単位の長さの減少傾向——早瀬の分断
② 平瀬の一単位の長さの増加傾向——早瀬の平瀬化または平瀬の接続
③ トロの増大

がおきる。

3. 平瀬，トロが増大するときはその区間においてアユの漁獲努力が減少することから，これらの河床型がアユの生産に適しない可能性が予想される。また早瀬が全く優勢な平瀬やトロにはさまれる状態になると早瀬があつても早瀬で漁獲が行われないことから，このような状態においては早瀬でも，よい河床型といえない可能性がでてくる。

4. 河川型の相違が，同一年における上流区と下流区との間にみられ，また異なつた年における同一区内に河川型の変化がみられ，一方努力量の変化が複雑にみられたとしても，早瀬 100 m 1 日当りの努力量の密度を算出すると，区間及び年間の多様性は著しく消える。これはアユの漁獲努力が，あるいはアユの漁業が，その瀬の長さにほぼ比例して存在していることを暗示している。

文　　献

1) 可児藤吉：“溪流棲昆虫の生態”，古川晴男編・昆虫（上），1版，研究社，(1944)，P. 189.
2) 川那部浩哉：“アユの生活と河床型”，(印刷中).
3) Lagler, K.F：“Freshwater Fishry Biology”，1st ed.，Wm. C. Brown Co.，Dubuque，(1952)，PP. 254〜255.
4) Odum, E.P.：“Fundamentals of Ecology”，(1953)；邦訳，京大生態学研究グループ，“生態学の基礎”，I 版，朝倉書店，(1957)，P. 100.
5) 小野寺好之：河川における漁獲量調査法（上），淡水区水産研究所，(1954)—謄写刷，PP. 27〜33.
6) ————：河川における漁獲量調査法（下），淡水区水産研究所，(1955)—謄写刷，PP. 37〜50.

餌料微生物特に海産原生動物の培養と保存

平野礼次郎・大島泰雄
(東京大学農学部水産学科)

Cultivation and Preservation Methods of Marine Protozoa

Reijiro HIRANO and Yasuo OHSHIMA

Recently, considerable attention has been paid to free-living marine protozoa as food for the rearing of marine animal larvae. However, even after a long time of experimentations, many different problems on the collection, isolation and cultivation of these free-living marine protozoa still remain to be settled. The present paper reports the preliminary studies made on the cultivation and simple preservation methods for marine protozoa. The method aims to make it possible to supply food organisms whenever it is needed.

The writers succeeded in the cultivation of five species of free-living marine protozoa (four species of ciliata and one of flagellata) isolated from marine algae, detritus and sea water, collected from the tidal zone around Aburatsubo Bay, near Misaki in Kanagawa Prefecture. A culture medium added 20 p.p.m. glucose to Allen-Miquel-Nelson Solution seemed to the most suitable one for the culture of marine protozoa. However, for the cultivation of flagellata, the medium when aglae-extract or dried activated sewage-sludge-extract added showed better results.

The writers also succeeded in the encystment of cultivated protozoa by their new filteration method of which two factors, desiccation and crowding, may have contributed to the cyst formation of their cultivated organisms (Fig. 2). The filteration method may be generally suitable for the encystment of marine protozoa. Still more, this method is not only useful for the encystment of the protozoa, but also useful for the concentration and desiccation of the organisms.

In our laboratory, five cultivated protozoa, preserved in a special form at room temperature for 10 months, have been observed to show normal excystments. The cysts were preserved in special "cyst powder" form, i. e. a mixture of cyst and a sufficient quantity of filter substances containing alumina and gypsum, by the method mentioned above.

いろいろの水産動物特にその幼生を飼育する場合に，餌料となる微生物を培養することがきわめて重要なことはいうまでもない。甲殻類幼生飼育における *Skeletonema*[1]，軟体動物幼生に対する *Monas*[2] が果した大きな役割はその典型的な例といえよう。しかし，希望する培養種を常に，いかなる水域に於ても見出すことは不可能であるし，また，たとえ希望どおりの種類を採集することが出来たとしても，それを分離及び培養するためには熟練した技術を必要とする場合が多い。更に分離した培養種を長期間にわたつて保持するためには一層の努力を必要とする。

原生動物の多くのものについては，その生活史の一環として包のう (cyst) 形成という現象が普通にみられるが，この一般に包のうとよばれるものについても種々の段階のものがあり，このうちで原形質の脱水が完全に進んだ状態になつた包のうは乾燥，高温等の外界の条件の変化にもよく耐え得る性質をもつに至ることが知られている。この状態の包のうでは保存がきわめて簡単に出来るわけであり，従つてある種の原生動物について Fig. 1. に示す様な過程を人為的に管理することが出来れば，その原生動物の培養保存は非常に容易なものとなるであろうし，また，餌料としてこれ等の使用が簡便になるであろう。筆者等は海産原生動物数種について一応上記の目的に近づき得る見通しを得たので，以下各項目についてその概要を述べる。

1957 年 8 月 31 日受理

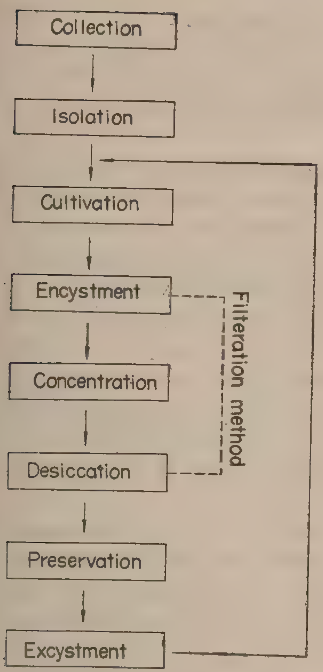


Fig. 1. Processes of the preservation method

1. 培養

培養液：珪藻類の培養液としてよく知られている Allen-Miquel-Nelson 液に葡萄糖，ペプトン，マンニット，肉エキス，醋酸ソーダ，活性汚泥抽出液等を適宜に加えた培養液を調製して試みたが，最も一般的なものとしては Allen-Miquel-Nelson 液に 0.01～0.02% に当る葡萄糖を加えたものがあげられ，これに更に少量の活性汚泥抽出液を加えたものは特に flagellata の培養に用いて好結果を得た。このほか海藻抽出液を添加したものは，培養を行つたすべての種類に卓越した効果を示したが，この海藻抽出液中の有効成分については目下検討中である。

培養種の分離：物理化学的環境の変動が大きい淡水域と異り，海洋は恒常的な性質を有していて外洋性の種類は包のうを形成し難いと思われたので，まず環境条件の変化が大きいタイド・プール及び干満線附近に存在する種類を分離すべく努力した。分離の方法としては，神奈川県三崎の東大臨海実験所附近にあるタイド・プールの水，潮間帯の海藻，底質及び懸濁物等を前記の培養液中に入れて 2～3 日間放置後，数種類の浮遊性の原生動物が増殖した時に点滴法及び後述する encystment 法により，単一の種類を分離した。

2. Encystment

原生動物の Encystment を支配するものとして，これ迄に栄養の欠乏[3] 及び過剰[4]，酸素欠乏[5] 過剰増殖 (crowding) 等の多くの要因が報告されているが，これらはすべて淡水産原生動物について行われたものであり，海産のものについては未だ報告されたものはないようである。筆者等は単一培養に成功した海産の ciliata 4 種及び flagellata 1 種について，上述の要因のほかに温度，塩分等の条件を変え実験したがいづれの場合も包のうを形成させ得る迄に至らなかつた。

そこで潮間帯の環境条件としても大きな変動要因と考えられる乾燥という点に着目して Fig. 2. の如き装置を用いて濾過，乾燥を行つた。即ち，図の如き硝子製濾過管に脱脂綿，濾過剤を固くつめ，上部より海産原生動物の増殖した液を静かに添加し，サッカーで吸引濾過した。濾過剤としてはアルミナ(酸化アルミニウム) と石こうを 10：1 の割合で混合したものを用い，濾過速度は 1 分間に約 30 cc 程度が最適であつた。この結果，前記の海産原生動物種についていづれもこの方法で encystment させることに成功した。

原生動物の encystment はその後に続く excystment の成否を支配するので確実にしかも簡単に行える方法が望ましいが，筆者等が用いた濾過法はこの点でも一応満足すべき成果を収めた。この方法は原生動物の包のうを形成させる条件として，乾燥と過剰増殖との二つの要因を含んでおり，海産原生動物の encystment の方法として広く一般的に用いられることが期待される。更に本法の利点としては，次の段階の操作である濃縮，乾燥も同時に終了することがあげられる。たゞ欠点は，形成される包のうが濾過剤の上部にのみ集中して，保存に際して包のうを純粋に分離するのが困難なことであり，又濾過剤についても今後尚検討の余地があろう。

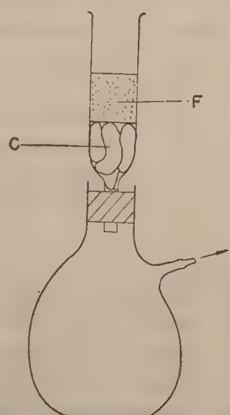


Fig. 2. Apparatus for encystment of marine protozoa (filteration method).
C…cotton wool
F…filter substances (alumina and gypsum)

3. 乾燥・保存

濾過終了後，そのまゝ室温にて 24 時間放置してから包のうを含んだ濾過剤をとり出し，デシケーターで乾燥，保存した。

海水中の塩類には硫酸マグネシウム，塩化マグネシウム，塩化カルシウム等の成分が含まれているので湿のおそれが考えられたが，この方法では塩分が析出して急速に吸湿するようなことはなかつた。

4. **Excystment**

条件：乾燥した包のうを再び正常海水中に入れるだけでも，**大部分の場合** excystment することがみられた。しかし，これをより確実に行わせるために 5 種々な条件について検討した結果，培養した 5 種の海産原動物の excystment には，Allen-Miquel-Nelson 液に 10 p.p.m. の葡萄糖を加えたものが最も適しているようであつた。乾燥した包のうを水中に投入する際に，濾過剤であるアルミナと石こうが混入するが，これは水に不溶性なので底部に沈澱する。一方，encystment した原生動物は液の上部に多数みられるから，これを培養種として用いればその後の培養には全く支障を来さない。以上の条件を与えることにより，現在迄，室温で 10 ケ月間保存した乾燥包のうも異常なく excystment を行つた。尚，乾燥包のうの保存期間中におけるいろいろな環境条件に対する耐性については，今後更に研究を行う予定である。これ迄に excystment をひき起す条件についても，滲透現象[7]，栄養と酸素の充分な供給[5]，蛋白分解の有機的最終産物の存在[8, 1]が報告（いづれも淡水産原生動物について）されているが，これらはいわば見掛け上の条件にすぎない。今後，excystment に必要な条件が適確に求められるためには，現在推測の域を出ていない encystment excystment の機構[9] が明かにされる必要があろう。

encystment 法：Table. 1. に示されているように，包のうが液中に投入されてから excystment するまでに要する時間は種類により異つている。従つてこの時間的差異を利用して単一種を分離することが可能となつてくる。即ち，数種類の原生動物が混在して集殖した場合にそのまゝ包のうを形成させ，更に excystment を行わせる。この場合，excystment 迄に要する時間が最も早いものについては比較的簡単に分離することが出来る。更に encystment する条件が異る数種類の原生動物が混在する場合には，それぞれの条件を与えることによつて特定の種類のみ包のうを形成させ，単一種を分離出来よう。

Table. 1. The list of marine protozoa cultivated and preserved.

Culture No.	Species	Length	Time required for excystment	Culture medium**
1001	*Flagellata* *	3～6 μ	48～72 hrs.	10 p.p.m. glucose and activated sludge-extract
1004	*Amphileptus*	16～20	48～72	20 p.p.m. glucose
1005	*Ciliata* *	27～32	24～48	10 p.p.m. glucose and 10 p.p.m. mannite
1016	*Orthodon*	20～30	6～24	〃
1022	*Loxophyllum*	30～38	48～72	20 p.p.m. glucose

* Specific name undetermined
** Allen-Miquel-Nelson Solution was used as the base of the culture media.

文　　献

1) 松江吉行： 水産学の概観 (1954).
2) 今井丈夫・畑中正吉： 東北大農研彙, **1**, 1 (1949).
3) Beers, C.D.: *J.Exp. Zool.*, **56**, 193 (1930).
4) Kepner, W.A.: *Science*, **59**, 577 (1924).
5) Bridgman, A.J.: *J.Exp. Zool.*, **108**, 21 (1948).
6) Barker, H.A., and Taylor, C.V.: *Physiol Zool.*, **4**, 620 (1931).
7) Beers, C.D.: *Arch. Protistenk.*, **84**, 133 (1935).
8) Weyer, G.: *Arch. Protistenk*, **71**, 139 (1930).
9) Wagtendonk, W.J.: Biochemistry and physiology of protozoa Vol, II, 85 (1955).

海藻の原形質に関する研究－Ⅲ.
塩分と薬害との関係について

野沢洽治*・野沢ユリ子
（東大・農・水産植物）

Studies on the Protoplasm of Algae Ⅲ.
The Correlation between Salinity of Sea Water and Toxicity of Ammonium Sulfate to the Laver Cell

Koji NOZAWA and Yuriko NOZAWA

The experiments were carried out in the range from 0 to 34 ‰ in chlorinity and with the concentration of 0.01-, 0.003-, and 0.001 mol of ammonium sulfate.

(1) As to the chlorinity, the cell was deadly injured in lower chlorinity from 0 to 4 ‰, considerably injured from 6 to 10 ‰, normal and sound from 12 to 20 ‰, and again considerably injured over 22 ‰.

(2) Ammonium sulfate is considerably poisonous even in low concentration of about 0.001 mol. It was notably characteristic that the efficiency was more activated in the water of lower chlorinity between 8 and 10 ‰, and in that of higher chlorinity between 22 and 26 ‰ than the chlorinity between 12 and 20 ‰ which is the similar value to the natural sea water.

(3) According to these experiments, it is suggested that the adaptability of the laver to the salt water is not so flexible in far lower or higher chlorinity from the natural sea water.

アサクサノリの優良漁場は，塩分変動の大きい河口附近の処に多いが，ノリの生育に適した塩分について くわしい研究は極めて少く，昔から多少塩分の低い所が適していると常識的に考えられて来た様である。しかし殖田博士[1]は「アマノリ属全体から見ると外洋性のもので，半鹹水を好む様に見るより，之に耐えると見る方が良く，河口によく発育するのは他の条件によるのであろう。」と述べ，又富士川氏[2]も各塩分に於て培養したものの成長をはかり，「ノリの生育に対する至適比重は生育の時期を異にするに従い同一でないようであるが，大体の傾向としては比重が高い方が良い。……」と述べ特に通常海水よりも高塩分に於て良い生長結果を得て居り，その原因については微量要素の問題を想定している。

筆者等は前報[3]に於て同一の刺戟を与えても塩分が異なるとノリの細胞は種々の異なつた反応を示す事を見た。その反応の仕方からノリの細胞は2‰以下では死に，4～6‰では極度に害をうけ，8～10‰では可成り耐え得るが害はひどく，10～12‰では害はやや少く，14～18‰では殆んど害を受けないと云う様な傾向のあることが見られた。しかしその結果は機械的刺戟に対する反応という特殊なものを目じるしにし，原形質の形態的変化を見て得たものであり，通常の海水より高濃度の範囲については見ていなかつた。そこで本報では反応がさらに鋭敏で変化に富む，硫酸アンモニウムによる薬害の出方を，純淡水から塩素量34‰（以下すべて塩素量であらわす）の範囲について実験し，塩分との関係について検討した。尚この研究の一部は文部省科学研究費によつた。

方　　法

自然海水を濃縮して約36‰としたもの，或は倍濃度に作つた LEVRING の処方の人工海水を原液として，これを蒸溜水で稀釈して0から34‰の間を2‰間隔にとつた塩分列を作り，更に塩分検定をおこなつて補正した。硫酸アンモニウムの濃度は 0.01，0.003，0.001 mol の三段階になるように上記の塩分列に添

1957年8月31日受理
* 現在は鹿児島大学水産学部

加し、常に対照例を置いて対比した。アムモニウムイオンは海水中でかなり早く硝酸イオンに移行するの
調製は実験直前におこなつた。pH は 8.1 に調整し，温度は 10〜15°C の室温である。使用したノリ葉
は長さ約 5 cm の健全なものでなるべく同じ状態のものを選び，硫酸アムモニウムの濃い場合は 30 分
1時間，3時間後，薄い場合は 24 時間，48 時間後の状態を検鏡した。

既に報告したように,(4) ノリの細胞原形質は硫酸アムモニウム其他の電解質の害をうけると，膨潤解膠
収縮凝固，脱色等の外見上の変化経過を示すが，これ等の変化の程度や進行速度は夫々の薬物の濃度によ
て異なり，なおまた塩分条件が加わると更に複雑となる。そこで本実験では細かい細胞形態の変化につい
は分けずに，変化の程度を (1)，細胞の状態に何らかの異常が認められるもの。(2),明らかに薬害を受け
と認められる細胞が散在するもの。(3)、薬害を受けた細胞が約50%現われているもの。(4),死細胞が 50
前後あるもの。(5),葉体全面が殆んど死細胞となつたもの。の5段階に分けて表現した。

実験結果及び論議

結果は5回の実験の平均をとつたが，実験に用いるノリの品種，生理状態等によつて反応の鋭敏性には
当り変動がある。従つて薬害の限界濃度や限界時間を確定することは困難で，塩分との関係を知ることに
点を置いたが大体の傾向は各実験例とも同様で，はなはだしい例外は認められなかつた。

先ず細胞の形態的な変化の中で特徴的な点をのべると，対照例において 0〜4 ‰では強く吸水して緊張
態となり，色素体の輪郭は不明瞭で色調も淡くなつている。6‰以上では吸水が次第に減少し色素体の輪
も明瞭となつて来て，空胞が大きくなつている。10‰ 〜以上 18‰ までは空胞が大きくなるようたことは
く，はなはだしい異常は認められない。20 ‰以上になると原形質はやや収縮してかどが丸くなり，26‰
上では収縮がはなはだしく，細胞内容が赤褐色の塊状となつて空胞は認められなくなる。この状態は単に
水されて収縮しているのか，高塩分の害によつて凝固しているのか判別がむずかしい。

硫酸アンモニウムを加えた場合の薬害の初期症状は，異常た空胞化によつて色素体の星状形が非常に確
となり，色はやや青味がかる。0〜4 ‰においては特に空胞化ははなはだしく，色素体は細胞膜におしつ
られて弓形となり，細胞は大きな一つの空胞によつて占められる。塩分が高くなるにつれて異常空胞の出
方は少なくなるが，22〜26‰ にかけて再び空胞化がひどくなる。28‰ 以上は前にものべたように収縮
収縮がひどく，薬害の判別が困難であるが，屢々明瞭な異常空胞が見られる。

葉体の部位による差については，対照列においては上部ほど淡水の影響を容易にうけて害されたが，硫酸アムモニウム列では下部にある仮根細胞や大形の細胞がもつとも薬害をうけ，次に上部，中部の順で薬害の出方が少なくなつている。

これらの変化を上記の五階級の被害度にあてはめたものが第一表で，小数点以下の数字があるのは平均を取つたためである。これによつて塩分および薬物の影響を更に明瞭にうかがい知ることが出来る。たとえば対照列において0乃至4‰では 4.25 から 2.75 の値であることは，葉体が相当な害を受けているということを示し，6乃至8‰で 1.75 から0.75 であるのは葉体が多かれ少かれ害を受け，10‰から 20‰ の 0.25 又は0と云うのは殆んど害を受けないことを意味している。硫酸アムモニウムの 0.01 mol, 0.003 mol, 0.001 mol 等についても同様にして知ることが出来るが，この関係は図にすると更に分り易くな

Table 1. The influence of ammonium sulfate combin with chlorinity of sea water. Injury gra was measured as following, 0: cells no har 1: cells somewhat abnormal, 2: cells slig harmful, 3: about a half of cells harmf 4: about a half of cells deadly harmful, all cells dead.

Cl′ in ‰	Control	0.01 M	0.003 M	0.001 M
0	4.25	5.00	4.80	4.50
2	3.50	4.70	4.10	3.75
4	2.75	3.90	3.30	3.40
6	1.75	3.50	3.10	2.60
8	0.75	3.20	2.30	2.50
10	0.25	2.90	2.10	1.50
12	0.00	2.70	1.80	1.50
14	0.00	2.70	1.80	1.00
16	0.00	1.90	1.80	0.50
18	0.00	2.20	1.60	1.00
20	0.25	2.40	1.80	1.25
22	0.50	2.70	2.60	1.50
24	0.25	2.70	2.80	2.00
26	0.50	2.60	2.60	1.75
28	0.25	2.20	1.70	1.25
30	0.50	2.30	1.10	1.00
32	0.75	2.10	0.30	0.75
34	0.75	2.30	0.30	0.75

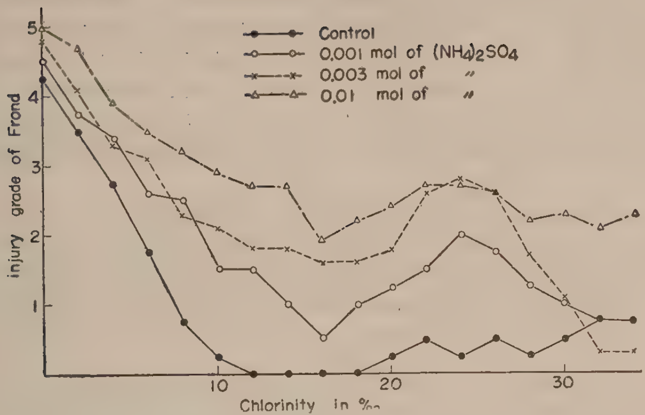


Fig. 1. The graphic curve from the Table I

、第一図を見ると 0.001 mol の硫酸アムモニウムに関しては，薬害の一番少ないのは 16‰ で，これより塩分になるに従つて薬害が大となり，又高塩分域でも 24‰ を中心として薬害の高い範囲がある。0.003 l では大体の傾向は前者同様であるが，全体として薬害の度合が強くなつている。0.01 mol では更に薬の度合が強くなるが，それにともなつて高塩分における薬害の山が目立たなくなる。

概観的に云つて6乃至 8 ‰以下の低塩分においてもつとも薬害はひどく，16‰ を中心として軽く，さらに‰ を中心として再び薬害のあらわれる範囲がある。しかし これは異なる塩分における 薬害であると同時 塩分そのものの害も加わつて居り，特に低塩分における結果は低塩分の直接の害がきいていると思われ点がある。硫酸アムモニウムを加えたときの結果と対照との差をとることが，必ずしも塩分の影響をとり

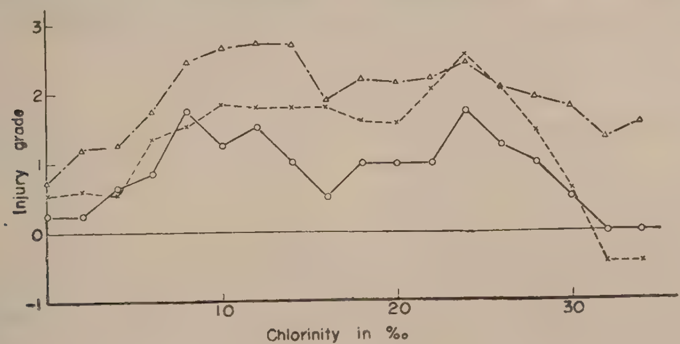


Fig. 2. The graph was made to deduct the figure of control from the one of test in Table I

いた薬害だけをあらわすことにはならないが，この差をとつてみると第二図のようになる。この図で被害が大きく出るのは6乃至8‰以上で，多少の起伏はあるが 24‰ までは大体被害度は似ていると云える。の第一図と第二図から塩分と薬害との関係について，次のような解析を試みることが出来る。即ち (1)塩だけの影響，(2) 直接の薬害，(3) 塩分によつて変化する原形質の薬物に対する透過性の影響，の三つの要が複合的に伪いていると考えられる。塩分の影響に関しては第一図の対照が示す害作用であり，既に度々べた所である。薬害については，先ず硫酸アムモニウムの滲透が塩分の影響を受けて変化することが考えれるが，この影響を強く受けるのは硫酸アムモニウムが低濃度である場合と，短時間内の影響を問題とす場合であつて，薬害を問題とするような濃度や長時間後の結果を扱うときには，硫酸アムモニウムと塩分の滲透に関する影響はある程度無視出来るものと思われる。一方硫酸アムモニウムの薬害機構について

は以前に報告[5] したように，アムモニウムイオンは容易に細胞内に滲透し，異常に蓄積されるため，その
積が過剰になると害を及ぼす。この害を及ぼす限度は細胞の生理状態によつて多少変化するであろうが，
らく塩分とは無関係であると思われる。第二図において塩分の直接の害が殆んどない範囲において，薬害
程度がほぼ同様であることは，以上の理由によるものと思われる。第三の原形質の影響は，塩分の間接的
影響とも云え，8から10‰の間において，又は24‰を中心とする高塩分で特に薬害が強いのは，そ
範囲では塩分の直接の害が非常に少ないにもかかわらず，原形質が薬害を受けやすい状態に変化している
めと考えられる。

このような三つの要因が複合したものとして第一図に見られる現象を解析すると，0から4‰の範囲は
塩分又は淡水の害が主であり，6‰附近は低塩分の害と薬害とが相なかばしており，8から10‰では
分の害はわづかであるが，細胞が非常に薬害をうけやすい状態にあり，12‰から20‰では薬害だけを受
22から26‰では高塩分の影響で再び細胞が薬害を受けやすい状態にある，と云つた機構が考えられる。

む す び

ノリは従来低塩分にも高塩分にも耐えると考えられ，生長に関してはむしろ多少高塩分が良いとも云わ
るが，東京湾産のノリを材料として実験したところでは，12から20‰以内では耐え得るがこれより低
分でも高塩分でも不適当であり，特に薬害が加わるとこの傾向が明らかになるのが観察された。これを塩
薬害，原形質の面から解析し，10‰前後と24‰前後において特に薬害をうけやすいことが見られた。

尚，水質やノリ葉体によつて反応が変動することについては，ノリ漁場の特性の問題，ノリの品種，生
状態，等と関連して今後検討を加えたい。

文　　献

1) 殖田三郎：水産植物学　266 p. 厚生閣，東京，1933.
2) 富士川濶：朝鮮水試事業報告（昭和7年度）pp. 113～121，朝鮮総督府，1936.
3) 野沢洽治・野沢ユリ子：海藻の原形質に関する研究―II. 本誌　**22** (11) 694～700，1957.
4) ―――・――――：海藻の原形質に関する研究―I. 本誌　**20** (10) 878～880，1955.
5) 野沢洽治：海藻に対する尿素の効果，葉面撒布に関する研究. 81～83 養賢堂，東京，1954.

アサクサノリ糸状体の病害に関する研究（予報）

野沢ユリ子・野沢　洽治*
（東大・農・水産植物）

Studies on a Disease of *Conchocelis*-phase of *Porphyra* (Preliminary notes)

NOZAWA, Y. and K. NOZAWA

In mass-culture of *Conchocelis*-phase of *Porphyra tenera* penetrated in oyster shells, there were often observed a disease appearing as organge yellow spots on the shell. Sometimes this disease caused fatal damages to the *Conchocelis*.

After the fixation by Perenyi's solution and staining by haematonylin, methylene blue or methyl violet, the authers could find a many individual of rod shaped bacteria within the *Conchocelis*-filament. And the present bacteria are found only in the iseased part, but not in healthy part. Besides, the authers could also isolate on agar-plate about nine kinds of bacteria from an oyster shell-piece which were penetrated by diseased *Conchocelis*-filaments. Among these only one is able to infest into the *Conchocelis*.

It remains still uncertain whether the bacteria found within the diseased filaments is essential or secondary to the present disease.

最近アサクサノリの人工採苗の産業化をめざして，糸状体の大量培養が各地でおこなわれる様になつた。大量培養の実施の発展につれ，糸状体の生態生理等に関する基礎的研究の不充分さが判つて来たが，殊に介殻中の糸状体を死滅させる病害の発生が各地で報ぜられ，重要問題として提起された。この病害は時には糸状体を全滅させる程の被害を与えるので，病因をはじめ予防対策を明らかにする必要が痛感される。

病因については高水温，受光量の過多，水質の悪変等の培養条件で起り，やがてそのまゝ放置すれば治癒する様な状態になる事もあるので，生理的障害であろうと考える傾向が強かつたが，発病状況，症状が種々で必ずしもそうばかりとも考えられない。筆者等はこの病害の調査中に病患部の細胞中に多数の細菌が存在するのを発見し，この病害については細菌病的な観点からも追求する必要があると考えた。研究はなお途上にあり不完全であるが，今までに観察されたことを予報としてこゝに報告する。

本文に入るに当つて日頃御指導頂いている新崎博士，ならびに材料の提供及び種々御援助を頂いた千葉水試田村技師に厚く感謝する。

症　　状

症状の推移にも多くの変異があり，くわしい病徴については更に研究が進み病因などが明らかになつてからのべる方があやまりがないと思うが，現在までに見られた症状は大体次の様である。

a)　**肉眼的症状**：　カキ殻上に糸状体がよく生長して一面に暗紫色となつたものに，初めは直径約 2～5 mm 程の淡黄色の斑点がぽつぽつと生じる。この斑点は増加しながら次第にひろがつて互に連絡し，貝殻上に黄白色のはげた部分が出来，更に進行すると全面黄白色となつて全滅する。病斑の拡大が途中で停止すると生き残つた糸状体の部分から白化部分に伸長して回復した様に見える。従つて病気の発生が気付かれない場合もある。大きな病斑では中央部は黄白色又は灰白色で，縁辺には淡黄又は黄褐色の環をかたちづくつている事が多い。病害の進行速度は一定せず，速い時には朝は気付かぬ程のが夕刻には 1～2 mm の斑点を生じ，2～3 日中に介殻上一面に 1 cm 位の斑点が現われると云われ，遅い時は殆んど進行が認められない位である。

この病害の発生の有無はほゞ水槽単位になつているようで，発生した水槽内では殆んどの介殻に病斑があ

1957 年 8 月31日受理　文部省科学研究費綜合研究費による
* 現在は鹿児島大学水学産部

らわれるが，同じ条件で培養しているのに全く発生を見ない水槽もあり，一見病原体によつて汚染された水で伝染する様に思われるが之に関する確実な例証は未だ観察されていない。(Fig 1.a)

病害の発生や進展は水温の高い時，受光量が大なる時，水質が悪変した時などに多く，熊本水試，[1)2)] 佐賀水試[3)] 等に於ても高水温，受光量の多いものに罹病率が高く，水温を下げることによつて病状の拡大を阻止する事が出来ると述べ，広島水試[4)] の試験では主として受光量が関係し，光を制限し，或は海中深く垂下することによつて可成り予防並びに治療効果があつたと報じている。しかし冬期の低温の時や充分に光を制限した条件下でも発生を見ることが報告されて居り病害の発生条件またすべてが同一の原因によるか等については殆んど不明で今後の研究にまたねばならぬ処が多い。

b) **顕微鏡による観察**： この病害の病患部を介殻についたまゝ検鏡すると，色がぬけている以外には健全な部分との特別の相違を見つけ出すのは困難である。介殻より糸状体をとり出し，染色，薄片にして観察した。固定は Perenyi 氏固定液，針先で糸状体をほぐして見る押しつぶし法，又はパラフィン埋没で 2μ の切片とし，染色は Haematoxylin の他，Methylen blue, Methyl Violett, を用いた。かくして作つたプレパラートを見ると，糸状体の細胞内に多量の小桿菌が存在していた。この桿菌の大きさは糸状体の部分，病患部の新旧等によつて相当の差異がある。相当古い患部の糸状体系のふくれた部分にあるものは大きな顆粒状となつていて数が少ないが，新しい患部では形の小さい菌体が多量あつて，細胞を満たしている。細胞内にある場合の一般的な大きさは 0.7〜1.2μ×0.1〜0.2μ である。(Fig 1.b.c)

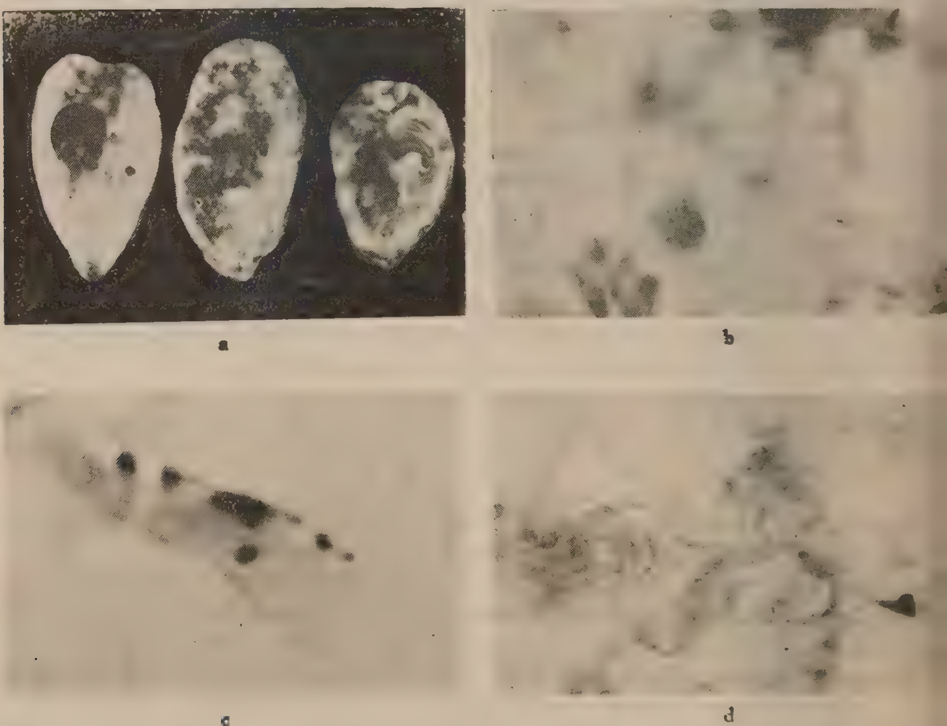


Fig. 1. The diseased figures of *Conchocelis* penetrated into oyster shells.
a) right ; Healthy condition, middle; White spoted oyster shell by the disease. left ; Hardly diseased condition.
b) Bacteria in diseased cells, stained by Methyl violet.
c) Bacteria in diseased celle, dark field.
d) Adnormal cell near the diseased part, stained by Haematoxylin.

この細菌の存在は今迄のところ病患部のみに限られていて，健全な体枝中には見出されない。病害の甚だしい部分では介殻の表面の糸状体層が侵蝕されて，珪藻及び非常に小さな細菌が一面に附着しているのが見られるが，之はノリ藻体の腐敗したものゝ表面に附着するものと類似のものであつて，糸状体の体系内部に見られるものとは明らかに異なつている。

体枝内の細胞内容の形状は，健康な部分では核が糸状或いは塊状で，細胞質は細胞内に一様にゆき渡つているが，病患部では中央に細胞質がかたまつていてその部分に細菌が多い。古い患部は細胞膜だけになつて内容は全く失われている。病患部に接した周辺の体枝では細菌の存在は見られないが，核質が多くの小塊状になつて分散している特徴ある状態が見られる。(Fig 1. d)

罹病糸状体及び病害の発生した培養海水より寒天培地上に作らせたコロニーの形態から分けて，約9種の海洋細菌が分離された。接種試験の結果その中でこの病害に関係があると思われるものが一種あつた。即ちこの種では，健全な糸状体に接種して病原性をしらべると，肉眼的に顕著な病斑は作るには至らないが，固定染色により糸状体枝内に侵入しているのが認められた。この菌株についての病理学的な確認は目下検討中である。

現在植物病原細菌として確認されているものは約260種であるが，その殆んどが高等植物に於ける病原体であり，下等植物のそれは殆ど知られていない。

上記の様なアサクサノリ糸状体枝中に認められる桿菌が果して真の病原菌であるか，その生態的性質と糸状体の発病，病勢の進展の諸条件との関聯等今後の研究にまちたい。

文　　献

1) 熊本水試： 海苔人工種付に関する研究結果及び事業化上の問題点 (1957).

2) ———： 海苔人工種付試験経過報告書 (1957).

3) 佐賀水試： 昭和 31 年度海苔人工採菌事業報告書 (1957).

4) 広島水試： 広島県水産試験場報告 Vol8. No. 2 (1956).

追補：この糸状体の病害は九州方面においてよく発生し，「黄斑病」と名づけられているとのことである。又熊本水試では 0,01 % の硼酸海水で処理しやゝ良好な結果を得ている。(しかし佐賀水試では病勢の進んだものには効果がないとも云つている）其他光が不足しているときの方が起り易い（熊本水試）清浄な海水でも起る（熊本水試）等の観察がなされている。以上の点御注意下さつた校閲者に厚く御礼申し上げる。

尚 この黄斑病の他に貝殻がはじめ赤褐色になつて後黄白色になる病害がある．これについては目下調査中であるが，黄斑病とは別個のものと思われる。この病害について種々御注意頂き，又材料を提供下された東海区水研須藤俊造氏に厚く御に礼申し上げる。

アユは河床型をいかに利用するか*
—アユの密度と体長分布—

川那部浩哉・水野信彦・西村 登**
(京都大学理学部動物学教室河川生態研究グループ)

Population Density of a Salmon-like Fish, *Plecoglossus altivelis*, or Ayu, in Different River-beds.

Hiroya KAWANABE, Nobuhiko MIZUNO and Noboru NISHIMURA

We have been continuing the ecological studies of a salmon-like fish, *Plecoglossus altivelis*, or Ayu in Japanese, in the River Ukawa, which drains into the Japan Sea in the north-western part of Kyoto Prefecture. This paper concerns how the different river-beds were utilized by this fish in the summer of 1956.

Generally speaking, population density of this fish in the residential season, which follows the up-stream migratory season, is the highest in the *Hayase*-rapids of boulder bottom, and the lowest in the *Toro*-pools of shallow sandy bottom.

In the *Hayase*-rapids and *Huti*-pools with rock walls, there are both highly and lowly utilized ones by this fish. On the other hand, the *Hirase*-rapids of stone and gravel bottom are utilized uniformly.

While the *Hayase*-rapids are occupied by both large and small fishes, the *Hirase*-rapids and *Toro*-pools are in general the habitats for smaller fishes, and *Huti*-pools for larger ones.

はじめに

私たちの教室で，1951 年いらい行つている，アユの生態学的な調査によつて，川のいろいろな河床型をアユがどのように利用しているかという問題は，しだいに明らかになつて来た。瀬には，アユのえさとなる附着藻類の生産性がよいので，アユも大きいのが多くいること[1)2)]，また淵には，アユの生産性についていろいろの型があり，なかには，瀬と独立した生産の価値をもつている淵があり，また瀬と淵が，たがいに切りはなされず，相関連して生産にあずかる様式のものもあること[3)4)6)]，またそのような様式は，生息密度によつてちがつてくること[5)6)]，さらにそれらの様式には，アユの社会行動が大きく関係していること[7)]，などがそれである。

そこで 1956 年度には，5年間の研究のいちおうのまとめとして，「河床型とアユの生活」について，一般的に研究を進めることが要請されたので，アユが天然に海から溯上してくる，京都府北端の宇川で，いちおうのまとめの調査を行つた。その総合的な報告は別に発表するが[5)]，ここでは河床型ごとの，アユの密度と体長分布について，報告しておくことにしたい。

調査は，河川生態研究グループの共同研究の一部として行つたものであり，宮地伝三郎教授・森主一助教授をはじめ，グループ員の方々からは，終始御指導を頂いた。また，漁獲統計については，淡水区水産研究所の小野寺好之氏と東海区水産研究所の田中昌一氏，地元の岡田恒治郎氏ほか上宇川漁業協同組合と上宇川青年団の方々，京都府水産課と京都大学動物学教室の諸氏，以上多くの人々の協力を得た。また，黒沼勝造氏ほか淡水区水産研究所の方々や，加藤精一氏ほか京都府水産課の諸氏からは，いろいろ助力を受けた。あつく御礼申し上げる。

* 研究費の一部は，文部省科学研究費と，淡水区水産研究所の京都府に対する委託研究費による。
** 現在の住所は兵庫県養父郡関宮中学校。
1957 年 8 月 31 日 受理

調査地点のあらまし

宇川は，京都府北端の与謝半島にあり，全長約 22 km，流域面積約 570 km²，河口からおよそ 0.6 km 上流の宇川橋のあたりで，流れの幅がほぼ 13 m といつた，小型の河川である[4]。

海から溯上してくるアユは，河口からおよそ 8.5 km 上流の川久保堰堤で，ほぼとめられるとみてよく，またそれより上流では放流が行われるので，調査はそこから下流に限つた。この範囲は，したがつて河川形態的には，上流中流移行型（可児の Aa–Bb 移行型）ないし中流型（同 Bb 型）に限られる[10]。

宇川の解禁は，7 月 16 日と 8 月 1 日の 2 回にわけて行われる。上流野間地区の漁協との境界線から河口までの 7.8 km を，上流から，1 区・2 区・3 区・4 区とわけて 2 区と 4 区を 7 月 16 日に，1 区と 3 区を 8 月 1 日に解禁する（1956 年度のばあい）。景観的にいえば，3 区と 4 区では，小規模ながら沖積平野がみられ，1 区はアユのつり場にふさわしい所である。

個体数調査の時期と方法

調査は，第 1 回解禁直前の 7 月 13～15 日，第 1 回と第 2 回解禁のあいだの 7 月 27～28 日，第 2 回解禁以後の 9 月 11～14 日，の 3 回にわたつて行つた。

河口から川久保までの 8.5 km を，早瀬・平瀬・とろ・淵の河床にわけると[1,11] 243 の地点ができる。このうち，7 月中旬には 71，7 月下旬には 147，9 月には 56 の地点を選んで，そこにすむ個体数をしらべた。波立ちが少なく，深さも手ごろで，広く見通しのきく河床では，橋の上あるいは岸の土手の上から，肉眼または偏光めがねをかけて，個体数をよみ，その体長を 3～5 cm ごとの区画にわけてしらべた。また波立ちが大きかつたり，深かつたりして，上から見にくいところでは，箱めがねをもちいたり，ふつうの水中めがねや，イタリア製のシュノーケルつきの水中めがねを使つて，水中にもぐつてしらべた。

調査における誤差について

結果をのべるまえに，以上の調査方法によつておこる誤差について，かんたんに述べておきたい。アユはふつうの状態のもとでは，昼間には，石の下へ入つていたりする個体は少なく，石の表面を活発にはんでいるので，数をかぞえやすいさかなではあるが，上に述べた方法では，かなりの誤差のあることが想像される。この誤差のなかには，調査者の習熟とか，個人差とかでおこる問題以前の，理論的におこる可能性のあるものが存在する。これらの誤差の程度は，別の方法による結果との比較において，はじめて見当がつく。

そのために，漁獲量調査を行い[5,8]，べつに溯上数についても，直接観察法と標識放流再捕法とをもちいてしらべた。

Table 1. Comparison between population and catching.

Region	Estimated population	Estimated population		Number fished	Estimated Population		Number fished
	13–15/VII	27–26/VII	comparison with former	16/VII	11–14/IX	comparison with former	1/VIII
1	(23300)	23300			20400	− 2900	672
2	24300	12600	−11700	1275	15800	+ 3200	
3	24500	24800	+ 300		9000	−15800	16852
4	5680	2490	− 3190	2337	2300	− 190	
Total	77780	63190	−14590	3612	47500	−15690	17524

まず，3 回の観察調査を区ごとに集計し，解禁日の漁獲量と比較してみると，第 1 表ができる。3 区と 4 区については，観察数の減少と漁獲量はかなりよく一致する。また 1 区は，つり場であつて，解禁当日以後にも多くの入漁者があつたから[5,8]，4 倍ぐらいのちがいはむしろ当然である。しかし 2 区についての，（7～）9 倍のちがいは説明できない。

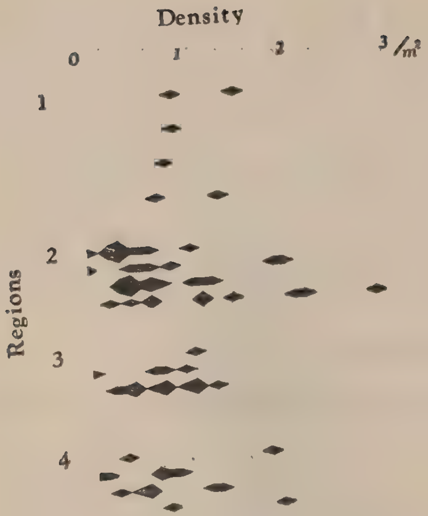


Figure. 1 Distribution of population density in different river-beds (13–15/VII/1956)

From topto bot tom in each region, Huti-pool, Toro-pool, Hirase-rapid and Hayase-rapid.

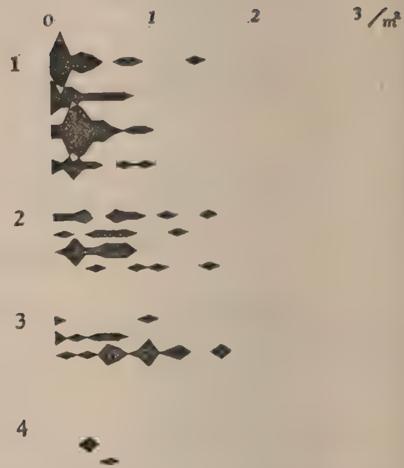


Figure. 2 Distribution of population density in different river-beds (27–28/VII/1956).



Figure. 3 Distribution of population density in different river-beds (11–14/IX/1956).

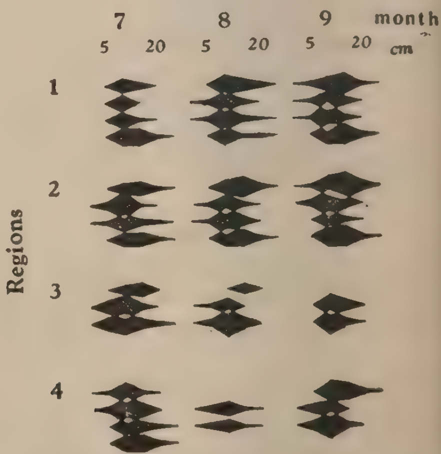


Figure. 4 Body-length distribution in different river-bed.

From top to bottom in each region, Huti-pool, Toro-pool, Hirase-rapid and Hayase-rapid.

Table 2. Comparison among estimated populations by different methods.

	1956 thousand	cf. 1955 thousand
Number of the fish jumping up the dam "Ukawa-basi bridge"		
estimation by direct observation	270	1000
calculated number from the recovering of marked fishes	150—250	——
Estimated population	80	500

つぎに溯上数との比較を，第2表でみておこう。上記の観察による生息数は，溯上数の 1/2～1/3 となつているが，これは誤差だけではない。溯上したアユの全部が，7月中旬にも生存しているとは，考えられないからである。田内[9]は，池中養殖の減耗からみて，放流から盛期までの歩留りを 50 %と想像しているが，その数値はとにかくとして，適当な歩留り率は計算に入れなければならない。

以上に述べたような，いろいろな調査法による数値から考えて，誤差はかなり大きいが，いかに大きく見つもつても，数倍という程度はこえないと思われる。

もちろんこれは，川全体としての話であつて，個々の河床型については，あるいは誤差は，それぞれちがつた方向に強調されているかも知れない。すなわち，瀬とか淵とかによつて，かなり正しく数えたり，きわめて少なく数えたりする傾向があるかも知れない。しかし，このような数量的観察において，多く数えすぎるというようなことは，ちよつと考えにくいので，差引きかんじようというわけにはいかない。したがつて，河床型ごとにみても，誤差は，上の程度をはるかにこえては，大きくないと考えられる。

調査の結果

3回の調査の結果を，区別・河床型別にまとめて，密度分布を第1図から第3図までに，体長分布を第4図にしめしておこう。調査地点数がちがうので，個々の数値の比較はあまり意味がなく，分布様式全体として，河床型を比較する必要がある。

河床型と密度分布

第 1～3 図から，河床型と密度について一般的に考察しよう。

早瀬は密度分布の幅が広い，ひじように多くすんでいるものから，ひじように少ないものまである。すなわち，ひとくちに早瀬といつても，アユにとつては，利用価値にちがいがあることをしめし，これによつて，早瀬を等級わけすることが可能である[1]。注目にあたいすることは，早瀬で密度0というばあいがあることで，これは波立ちが大きくて，底石の表面にまで泡がうずまいている場所にみとめられた。泡のための見落としがないようにと，じゆうぶんの注意を払つたので，この点についての疑いは，いちおう排除できるつもりである。

平瀬は，早瀬にくらべれば，密度分布の幅がせまい。その意味では，どの平瀬もアユにとつては，同じ程度の価値をもつているといえる。ただ3区のように，河床単位の要素としての早瀬がないような場所では，平瀬にもかなりの密度幅があるが，この点については，のちに少しふれる。

とろは，いずれのばあいにも密度が低い。しかもその分布は，底石の量とかなりよく一致しているようにみえる。すみついている時期のアユにとつては，砂の上の藻類は，食物としての意味を持たないから，これは当然であろう。

淵は密度分布の幅が広い。すなわち，アユにとつて，利用度の大きい淵と小さい淵とがある。そのちがいは，淵の形態的なちがい，したがつてはみ場となる岩盤などの面積の多少と，周囲の瀬の状態によつて，おこつてくるものである[4)6)]。

9月になると，他の河床にくらべて，淵の密度が相対的に高くなつて行く傾向がみられる。また，早瀬のうちで，とびはなれて密度の高いものについて，実状を見ると，そのすべてが，すぐとなりに大きい淵を控えていることがわかる。川那部・宮地その他[4]は，淵と瀬とのあいだの行き来が，9月になるとはげしくなる，といつているが，このようなことからみて，9月になると，アユにとつて，淵の重要性が大きくなつて来ることが考えられる。

このことから考えると，河床型と密度を調査するにあたつては，その場所の河床の形態の他に，周囲の河床との関係を，考慮しなければならないことがわかる[4][6]。また，河川全体での，アユの生息密度がかわると，河床の利用率がちがつてくることも，すでに報告されているから[5][6]，これもじゆぶんに考慮する必要がある。

とにかく，以上にのべた程度の密度では，とろ・淵と平瀬・早瀬の順に，密度が高くなつて行き，その平均はそれぞれ，0.9，1.1，1.1，1.4 尾/m^2 といつた程度である。

河床型と体長

つぎに第4図から，河床型と体長について，一般的に考察しよう。

早瀬には，大型のアユも小型のアユも，ともにすんでいる。これは，地形のこまかい複雑さが，いろいろのすみ場所を提供していることによる，とも考えられる。

平瀬ととろ，とくにとろには，小型のものが圧倒的に多い。密度の低いこととも考えあわせると，とろという河床型は，アユにとつてよいすみ場でないことが，はつきりといえる。平瀬については，密度のところで，3区では分布が広いといつたが，そのうえこの場所では，密度の低い所では体長が大きい方へかたより，密度の高い所では体長が小さい方へかたよる傾向が，わずかながらみられる。

淵は，大型のアユのかたよる傾向がある。これは，9月になるととくに強くなるが，この点については，密度のところでものべたとおりである。

なお，体長分布については，その河床における，アユの社会行動ないし社会構造が，関係しているが，この点は別に報告することにして[7]，ここではのべない。

要約

1. 1956 年の夏に，京都府の宇川で，天然溯上アユの河床利用度を，密度と体長でしらべようとした。
2. すみついている時期のアユの密度は，平均して，早瀬・平瀬と淵・とろ，の順序に小さくなる。
3. 早瀬と淵には，利用度の大きいものと小さいものとがある。平瀬の利用度はあまりかわらない。
4. 9月に入ると，淵の利用度はとくに高くなる。
5. 早瀬には，大型のアユも小型のアユもいる。平瀬ととろでは，小型にかたまる傾向がある。淵では，大型にかたよる傾向がある。

引用文献

1) 宮地伝三郎・河端政一・植田勝巳: 京大生理生態業蹟 75 1～26 (1952).
2) 宮地伝三郎・八木正一・谷　繁明: 京都府水産課鮎放流基準調査報告書 1952 年度 1～50 (1953).
3) 水原洋城・宮地伝三郎・森　主一・河合清三: 同上 1954 年度 1～34 (1955).
4) 川那部浩哉・宮地伝三郎・森　主一・原田英司・水原洋城・大串龍一: 京大生理生態業蹟 79 1～37 (1956).
5) 川那部浩哉・水野信彦・宮地伝三郎・森　主一・大串龍一・西村　登: 生理生態 7 145～167(1957).
6) 川那部浩哉・森　主一・水野信彦: 日生態会誌 7 22～26 (1957).
7) 川那部浩哉: 同上 7　～　(1957).
8) 小野寺好之・田中昌一 (未発表).
9) 田内森三郎: 本誌 12 184～185 (1944).
10) 可児　藤吉: 古川晴男編「昆虫」上 171～317 (1944).

鰹節原料カツオの交番電流処理による脱脂について

鈴 木 康 策
(東京水産大学)

Elimination of Body Oil of Skipjack for "*Katsuobushi*" by an Electric Treatment

Kosaku SUZUKI

In obtaining skipjack having so little body oil as to be suitable for making good "Katsuobushi" thereof, we cannot still to-day but rely on the natural coming of such material. If we had, therefore, any proper means of removing excessive oil from the fish, we would be able to remove also the limitation arising from the seasonal overgrowth of skipjack oil.

Carrying out a few experiments on a small scale, the author has ascertained that very satisfactory results can be achieved by applying an alternating current to the material interposed intimately between the electrodes kept in running water. The results are summarized as follows.

1. The higher the voltage, the less oil remains in the meat after the treatment by an electric device shown schematically in Fig. 2.

2. Ampere of the electric current is not of consequence for the effective removal of the body oil. The best range of available voltage is 170—200 V., while too high voltages cause the meat to crack.

3. Continuous refreshment of water surrounding the meat as shown in Fig. 2 is essential to avoiding large and fruitless consumption of electric energy.

鰹節原料のカツオの粗脂肪含有率が大きい場合には製品が油節となり，良品が得られないので，含有率の小さいものが良いことになる。勿論その限界が画然としているわけではないが，鮮肉中1%内外のものは良好な原料であり，3～4%のものは脱脂しなければ原料としてはもはや不適当である[1]という。初夏の頃のカツオは脂肪が少いが，季節の進むに従つて多くなるので，節製造の生切りは極めて短期間に制限されているのである。カツオの脱脂法に関する従来の研究[2]は脱脂効果が十分でない。著者は小規模ながら電気的処理によつて脱脂効果をあげることが出来たのでここに報告し，プラントスケールにおいて研究する場合の資料としたい。

実 験

I カツオ肉の交流電気処理による脱脂効果

鰹節製造では整形を重視するので，特に加圧して脱脂することが出来ない。本実験においても，電極を肉面に接するに当り，殊更押しつけることなく，極が浮動しない程度にとゞめた。身卸した魚体を色々な方法で煮熟した場合，着眼点は脱脂量ではなくて，脱脂されずに肉中に残る粗脂肪が煮熟肉の何%に当るかということである。この百分率を肉の処理法と対応して比較し，それによつて脱脂効果を判別するのであるが，試料の粗脂肪含有率には個体差が考えられ，また後に述べるようにサンプリングする時も形や大きさを全く同一に揃えるわけには行かず個体差を生ずる。個体差や実験誤差を処理法と交絡してしまうと判別の精度がわるくなるので，サンプリングと処理法の組合せは Fig. 1 によつて行つた。サンプリングは身卸したカツオの半身より1ケ20gを標準として Fig. 1 のように16ケ切取り，過重のものは肉側を切落し，いずれも皮つきのものとするが，各試料の形は必ずしも同一には造れない。Fig. 1 に附記した処理法中，C，D の

1957年8月23日受理

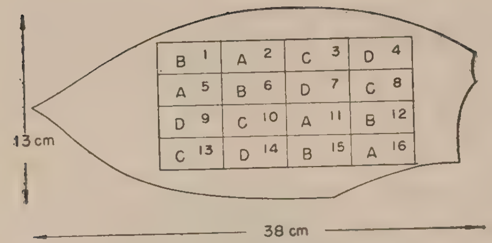


Fig. 1 Sampling and treating schema
Sixteen pieces are taken from one half of skipjack. Each piece is about 20 g. in weight and treated as follows :

A. not treated. raw meat (control for B. C. D)
B. boiling for 10 min. in 100 cc. of water by usual heating
C. electric heating for 5 min. after usual boiling for 3 min. Voltage used is 170 V
D. same treatment as C. Voltage used is 250 V. See Fig. 2 in reference to C. D.

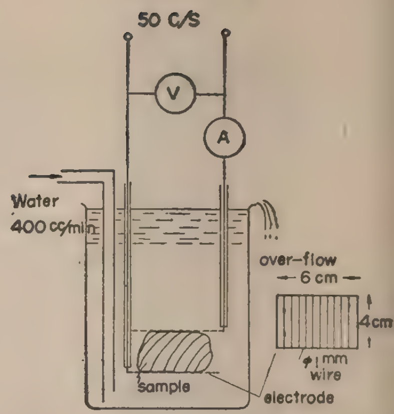


Fig. 2 Device of electric treatment

Table 1. Crube fat content of treated samples

Spmple no. of Fig. 1		Crude fat content (% in dry matter)
2	A	17.9
5	A	19.9
11	A	19.1
16	A	17.1
1	B	12.8
6	B	13.1
12	B	14.5
15	B	12.1
3	C	1.4
8	C	6.5
10	C	6.0
13	C	7.9
4	D	2.4
7	D	2.7
9	D	3.2
14	D	2.1

通電要領を Fig. 2 に示す。空気中で通電処理すると電極と肉面との接触部分で火花放電が起り，そこだけ肉が焦げ放電臭を生ずるから，これを避けるため水中で通電するのであるが，そうすると肉から脱脂された油は肉面に附着することなく油滴となつて水中を浮上して行き，脱脂状態の観察も出来て好都合である。各処理を行つた後，加福式により水分を定量し，かつ固形残渣を秤量し，処理肉中に残存する粗脂肪を処理肉無水物中の含有率として算出し Table 1 に示す。これより普通の煮熟法（B）では大して脱脂されないが，交番通電処理により著しく脱脂されることが分る，処理肉中の脂肪含有率の大きさは B，C，D の順である（判定の危険率 1 %)。D 法のように 2〜3 %のものならば節原料として問題はない。

このように交流処理による脱脂効果が分つたので，次に所要電圧を調べた。これは勿論，電極と試料の形，大きさ等によつて違うであろうから，広く一般的な結果は求められないが，100，130，170，200 V を使用し，一例としてD，Cの場合と同様にして行つた結果について述べるならば，130 V 以下では普通の煮熟（B法）の場合と優劣がつかない。170 V において脱脂効果が大となり，200 V では一層大となる。このように電圧をあげると脱脂効果はよくなるが，処理時間を長くしても効果は上らなかつた。なお，肉片の電気抵抗が小さい時は（たとえば生肉の場合）100 V でも流れる電流値は大となるが，脱脂効果は見られずやはり 170 V 以上の電圧を必要とした。

Ⅱ 交流処理中の換水について

同一電極を用い，極間距離を固定し，極を清浄な水に浸し，極間にカツオの生肉をはさんだ場合，はさまぬ場合，又は極をカツオ煮熟後の汚水に浸し，極間に魚肉をはさまぬ場合につきいずれも 100 V (50 c/s) で通電した時の電流を測定すると Table 2 のように煮汁の電気抵抗はカツオの生肉と同様に小さいことが分る。Table 3 は Fig. 2 のようにして，400〜440 cc/min の割合で換水しつつカツオ肉片を 110 V 50 サイクルで交番通電した場合の電流の測定値を示すものであるが，肉片の加熱によつて水中に溶出するいわゆる煮汁の成分が換水によつて直ちに運び流され，煮熟用水は常に清浄に保たれるためその抵抗を減少せず，一方肉片は加熱凝固して抵抗を増すために流れる電流は減少するのである。通電中もし換水をしなければ，始めの中こそ電流は肉片を通つて流れるが，やがてこれを通らず周囲の煮熟用水を通るようになり，しかも電流値は少しも減少せず電力が無駄に消費されるということが Table 2，3 より理解される。交流処理中換水を続けるのはこういう理由による。従つて換水の速度は肉より溶出する物質を流し去り，煮熟用水の

Table 2. Electric current of 100 V, 50 c/s running through the electrodes with or without raw fiish meat in clean water or dirty water left after boiling the meat.

Condition of electrodes holding	settled in	Electric current
raw fish meat	clean water	2.5～3.0 Amp.
nothing	〃	0.2
〃	dirty water	2.5～3.0

Table 3. Change of electric current during the treatment of fish meat by the device shown in Fig. 2. Voltage used is 110 v. Water is flowing with the velocity of 400～440 cc/min.

Time of treatment	Electric current
0 min.	2.00 Amp.
5	1.40
10	1.10
15	0.90
20	0.80
25	0.75
30	0.73
35	0.70

電気抵抗を減少させない程度でよい。

Ⅲ 使用電圧と魚肉の中心温度

普通に煮熟して凝固したカツオの半身を金網にのせ，その上に 5×4.5 cm² の金網（網目 1 cm）をのせ，全体を水中に没し，かつ毎分 600 cc で換水しつつ上下の網を電極として同一電圧で 10 分間通電し， 引続き 10 分毎に電圧を上げて行き肉厚 4.5 cm の中心温度を測定すると，Table 4 のように肉片の温度は上らず，通常の煮熟場合と同程度の温度であり，特に過熱されることはない。たゞし注意しなければならないのは常に必ずしもそうではないが，時々瞬間的に身割を生じたことである。

Table 4. Temp. of fish meat and voltage used in the electric process Flow velocity of water is 600 cc/min. Heating time at respective voltage is equally 10 min.

Lapse of heating time	Temp. of fish meat	Voltage	Ampere	Temp. of water around meat
10 min.	87.5～92.2°C.	110V.	4.5～3.8A.	22.0°C.
20	90.0～90.5	140	3.5	〃
30	90.0～92.0	170	3.5～4.0	〃
40	90.0～91.0	200	3.2～3.6	〃
50	90.0～91.5	230	3.4～3.6	〃
60	90.0～92.0	260	3.7～4.0	22.5
70	90.0～92.0	290	4.0～4.1	23.0
80	90.0～92.0	320	4.0～4.3	23.5

考　　察

生肉の状態から通電加熱を始めてもよいが，換水を行うので水温が上らず (Table 4)，沸騰させるためには換水をやめなければならない。よつて処理の始め（生の時）と終り（煮熟水が汚れる）は大きな電流が流れるようになる (Table 2)。加熱はジュール熱に基くもので電流に関係するが，脱脂効果に役立つのは電流の大小でなく電圧のようである。Table 4 の実験に見られるように電流値がかなり大で，従つて電力消費量がかなり大となるから，これを小さくするため煮熟した肉を電気的処理する方がよい。また電圧を上昇しても肉の温度は上らないから脱脂は熱そのものの作用ではないと考えられる。脱脂のためには高い電圧が効果的であるが，身割れの危険を思えばそれにも限度があり，余り脂肪の多い原料は十分な脱脂を行い得ないことになる。実験Ⅰに使用したカツオは 12 月初旬伊豆半島近海産のもので粗脂肪含有率は割合大きい (Table 1 A) が，季節的にもつと早いものならば脂肪含有率がもつと小さく，この要領で十分脱脂出来るのと思われる。

終に，本研究に対し昭和29年度文部省助成研究費を受けたことを附記する。

文　　献

) 吉川吉男：水産製造工学講座，節類
厚生閣，東京，昭15.
) 村上芳雄，猿谷九万：水産研究誌，**24**，223，(1929).

クサフグ発生中のフグ毒量の変化

須山三千三・宇　野　　寛
（東京水産大学）

Puffer Toxin during the Embryonic Development of Puffer, *Fugu* (*Fugu*) *niphobles* (J. et S.)

Michizo SUYAMA and Yutaka UNO

Fugu (*Fugu*) *niphobles* (J. et S.), is said to be the most toxic species among puffers, the ovarian eggs having a good deal of toxin.

However, there have been no issues about the biochemical behavior of the puffer toxin, for instance, its rise and fall during the embryonic development. It seems now the time this interesting problem to be dealt with. The authors as a first trial carried out the following experiment: Matured eggs were taken and fertilized artificially at the beaches, where numerous puffers were swarming for spawning, and kept in water-tanks till the completion of hatching. Unfertilized or dead eggs were put away from the bed everyday, and the developed eggs at various stages were fixed in methanol acidulated with acetic acid (ca. pH 5); then the puffer toxin was assaied by use of mice following HASHIMOTO et al[1].

As shown in Fig. 1, the amount of the toxin in eggs remained almost invariable during the preliminary stages but was reduced by half through the course of hatching.

A brief discussion is given as to whether the apparent consumption of the toxin is of physiological significance or due to mere destruction of the egg casing.

フグは体内諸器官に毒をもつていることが多い。殊に卵巣は他の諸器官に比較して最も有毒な場合が多いといはれている[1]。ところでフグ毒の化学的並びに薬理学的性質については漸次明らかにされて来ているが，生化学的研究は極めて遅れており，例へば魚体内に於けるフグ毒の機能或いは生成の機構等は未だ全く判つて居らず，又卵中に多量に存在しているフグ毒が発生中に如何に変化するかについても未だ研究された例を見ない。

著者等の一人宇野[2]は千葉県小湊沿岸に産卵に集るクサフグ *Fugu* (*Fugu*) *niphobles* (J. et S.) の産卵習性並びに受精卵の発生過程について研究しているが，クサフグは数多くのフグの中で比較的採捕し易い種類であり，人工受精が可能であることがすでに認められている。そこで著者等は実験室内に於て多量のクサフグ卵を受精且つ孵化させて発生中のフグ毒量の変化を見ようとした。

実験は小湊に於て1956年5月より7月までクサフグが産卵する大潮毎に行つたが，そのうちで一応の試料が得られたのは二回である。これについて毒量を定量したところ，発生中毒量は殆んど変化しないが，孵化に際して大略半減することを知ることが出来た。こゝにその概略を報告する次第である。

実　験　及　び　結　果

試料A　5月25日産卵行為開始を認めてから網を曳いて採捕した約150尾のクサフグから完熟卵（吸水後の直径は1 mm. 弱である）をバットにとり，精液をかけて受精させ，各魚体の卵を充分混合した後東京水産大学小湊実験場内の水槽に移し，海水を灌流して発生させた。受精率はほゞ90%であつた。この孵化に於ては試料Bの場合と異り海水中に浮游している微細な浮游物が卵表面に附着し，次第にこれを取除くことが困難となつて後期発生段階の満足すべき試料を得ることが出来なかつた。従つて後期発生段階のものにつ

1957 年 8 月 26 日受理

いては定量は行つていない。孵化した稚魚は浮上するのをまつて掬ひとつた。試料は未受精卵，死卵を除き各5g宛採集した。

試料B 7月17日約300尾のクサフグから前記同様採卵し人工受精させた。受精率はほゞ97%であつた。発生中，海水中の浮游物が卵表面に附着するのを防止するため，平バット十数個に小砂利を敷き脱脂綿を重ねこれに海水を注いだ孵化槽を作り，これに受精卵をうすく拡げ，時々海水を換えて発生させた。この方法に於てはほゞ3%の未受精卵が腐敗し，そのため次第に他の正常卵まで死滅することが多かつたが，これらは毎日取除いた。試料の採集に当つては，発生中に卵重量が変化することが推察されたので，試料Aの場合と異り6段階に亘つて各10000粒（ほゞ5g に相当する）宛採集した。試料の発生状況を示す顕微鏡写真は Plate 1の通りである。

別に個体差を知る目的で6月10日適宜採捕した4尾のクサフグの未受精卵を各5g 宛採つた。

フグ毒定量法 橋本及び右田の方法[3]に従つてフグ毒を抽出し，20±2g のマウス（DD系，♀）を用いる生物試験法によつてフグ毒量 Mouse Unit（M. U.）を定量した。

クサフグ未受精卵中の毒量 6月10日採捕した4尾のクサフグの未受精卵中の毒量の定量結果は Table 1の通りである。本表に於ては大型のフグの卵は毒量も大きいことが示されているが，実験例が少な過ぎて確定的ではない。然し少くも個体差があることは明らかである。

Table 1. Amount of puffer toxin in the matured egg of *Fugu* (*Fugu*) *niphobles* (J. et S.)

Sample No.	Body length	Body weight	Number of egg / 1 g egg	Amount of toxin
	cm.	g.		Mouse Unit
44	13.6	93	1735	400
45	11.8	73	2140	550
47	11.2	57	2365	600
46	10.5	47	2280	960

発生中の毒量の変化 人工受精させた卵は充分混合した上で孵化槽に移したが，試料の混合程度の良否を見る目的で試料A，B共別に2試料宛をとつて毒量をみたところ，各2試料共Aでは夫々1400M.U.（1g 換算），Bでは夫々1100 M.U.（2000粒換算で約1g に相当）でよく一致した。それ故多数のクサフグから集めた卵は最初の混合ではほゞ均一になつたものと考えることが出来よう。

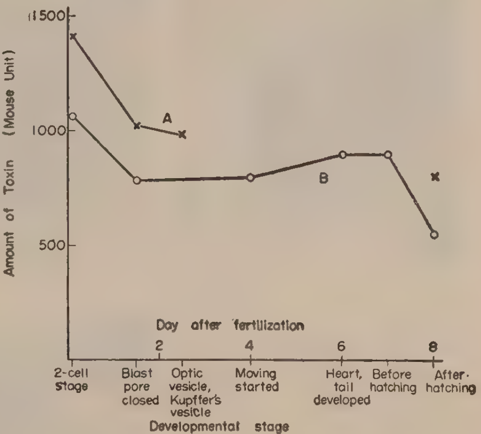


Fig. 1. Change in the amount of puffer toxin during embryonic development.
Curve A: Amount of toxin per 1 g. of eggs (fertilized at May, 1).
Curve B: Amount of toxin per 2000 eggs (ca. 1 g., fertilized at July, 17).

試料A及びBについて夫々発生中の卵の毒量を定量した結果は Fig. 1 に示す通りである。これによれば毒量は発生中に減少することが明らかである。唯，生物試験に於てはかなりの誤差が含まれ易いから，それを考慮に入れるならば孵化前までは大きな変化は無いと見てよいであろう。然し孵化後に於ては凡そ毒量は半減しており，少くもこの変化は明確なものと思はれる。

考　　察

谷[1]は多くのフグについて体内諸器官のフグ毒量を測定しているが，それによるとクサフグの卵巣は最も毒量に富むものの一つであつて，4000～40000 M.U. と報告されている。然し著者等の定量結果では，Table 1及び Fig. 1に見られるように比較的低単位のものによつて占められていたようである。小倉[4]は著者等

と同じ魚群の未受精卵について著者等とほゞ同じ結果を得ているので，結局これらと谷の得た値との相違は個体差と言うより外はない。魚の年令，大小，卵の成熟度，洄游水域等の相違による毒量の相違を広く調査して個体差の現はれる原因を探求することは，フグ毒の生理に関する研究の一助となる可能性もあつて興味あることである。

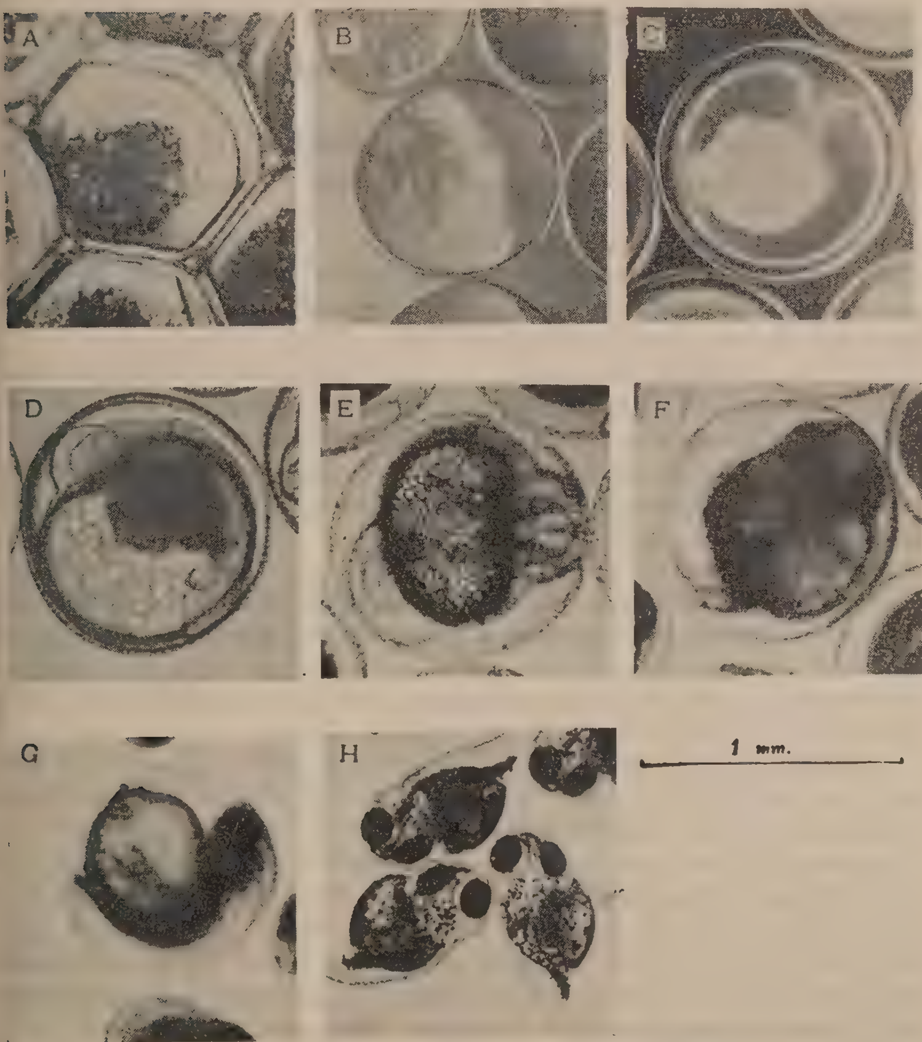
孵化時に毒量の減少が見られたが，これの意義については全く不明である。代謝に関連して失はれるものか，又は単に拡散によつて失はれるかは今後研究してゆきたい。卵膜は卵内容物に対して不透過性であるので，卵膜を通して毒物が失はれることは想像し難いが，孵化直前の卵の写真（Plate 1 の F, G）に見られる胚幼と卵膜との間隙（Perivitelline space）に毒物が存在しているか否かは差し当つて明らかにする必要があるであろう。すなわち卵膜が破れて胚幼が膜外に出る折に，仮に Perivitelline fluid にも毒物が分布しているならば，これらは流失拡散して毒量の減少の一原因となるからである。

本研究を行うに当り終始御懇篤なる御指導を賜わつた東京大学教授森高次郎先生及びマウスの飼育の労をとられた東海区水産研究所石田研究室の方々に深く感謝する。尚本研究に要した費用の一部は文部省試験研究補助金によつて支辨したことを附記する。

文　　献

1) 谷　巖：日本産フグの中毒学的研究（1944）
2) Y. Uno：J. Tokyo Univ. of Fisheries, **41**, 169（1955）
3) 橋本芳郎・右田正男：本誌, **16**, 341（1951）
4) 小倉保己：未発表

PLATE 1. Development of *Fugu* (*Fugu*) *niphobles* (J. et S.)



A Unfertilized egg
B 2-cell stage
C Blast-pore closed
D Optic vesicle, Kupffer's vesicle
E Moving started
F Heart, tail developed
G Before hatching
H After hatching

Studies on Muscle of Aquatic Animals—XXXVII. The Influence of Frozen Storage on Muscle Protein of Lizrd-Fish (*Saurida tumbil*)

Usio SIMIDU and Wataru SIMIDU

(*Department of Fisheries, Kyoto University, Maizuru*)

Previous workers[1),2)] have reported that the fish muscle proteins, above all the acto-myosin fraction (so-called "myosin" or "globulin fraction") is denaturated during cold storage and loses its solubility in neutral salt solution, though in general, the denaturation proceeds the more slowly the lower the temperature.

The extreme dislike to frozen fish held by some fishery processors such as *Kamaboko* (steamed fish cake) makers suggests that denaturation of muscle protein may occur very rapidly in some sorts of fishes. This work was undertaken to reveal the deterioration of muscle proteins during the cold storage with the muscle cut from lizard-fish (*Saurida tumbil*) which is known as a fish very liable to post-mortem change.

Method

As criterions for changes on muscle protein, the amount of free SH group and acid-soluble phosphates, pH value, stickiness of muscle brei and solubility in NaCl solution were taken.

SH group : The amount of free SH group in muscle was determined by a method similar to that described by MORI[3)].

Phosphates : The determination of acid-soluble phosphates was carried out according to the directions of NOGUCHI[4)]. Total P organic P and $\Delta 7P$ were determined in trichloracetic acid extracts of fish skeltal muscle.

Stickiness : The muscle brei used for measurment of stickiness was prepared as follows. A mixture of 100g. of sliced fish skeltal muscle, 300 ml. of cold water, and 1.6 g. of NaCl was treated for 3 min. by Warling Blender (Homogenizer, Nihon Keiki Co. Ltd.). Then, 100 m*l*. of 2.4 M NaCl was added under stirring so that 0.6 M NaCl solution was obtained, which was filtered later with cotton cloth. Stickiness of the brei was measured by rotational viscometer (Type B viscometer, Tokyo Keiki Co. Ltd.) at 2° to 3°C. after 5 hours standing under chilling.

Solubility : Extraction with NaCl solution was used to determine the solubility of the muscle protein. If muscle was homogenized directly with salt solution, there occurred froth formation inducing protein denaturation, resulting in a low recovery of soluble protein. To avoid this surface denaturation, a mixture of about equal quantities of muscle and water was homogenized, and then NaCl solution was added to the muscle brei and stirred. In this way, more than 90 per cent of the muscle protein of fresh fish could always be

Received Aug. 28, 1957

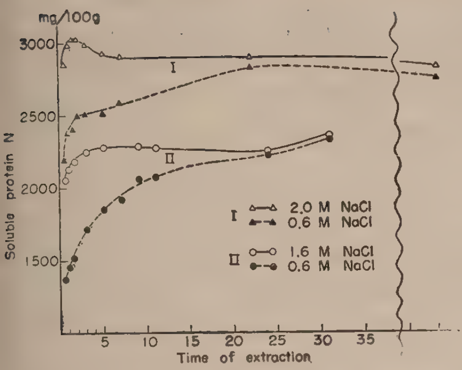


Fig. 1. Relation between time of extraction and the amount of soluble protein nitrogen extracted from lizard-fish muscle.

extracted with some 1 M NaCl solution (SIMIZU & SIMIDU[5)]). Any special adjustment of pH value of the solution was not carried out. To frozen fish muscle, this method was applid without thawing.

Relation between the time of extraction and the amount of protein nitrogen extracted is shown in Figure 1. The curves I show the results obtained for muscle of lizard-fish which had already been dead for 2 days. The muscle was extracted with NaCl solution 20 times its volume (i.e. to 20 g. of sliced muscle, 400 m*l*. of NaCl solution was added). At intervals a 20 m*l*. of sliced muscle, 400 m*l*. of solution was centrifuged for 20 min. at 3500 r.p.m. and protein nitrogen was determined for the extract by the method using the biuret reaction[7)]. The curves II show the results obtained for the storage at —14° to —18° C. for 48 days which set in 2 days after catch.

From figure 1 it is seen that it requires considerable time to extract soluble protein with salt solution of a lower concentration, and that this is emphasized by frozen storage. It may possibly be necessary to extract with a stronger salt solution for more than 12 hours to determine the really extractable proteins. In view of this investigation, however, the problem of the extracting time is rather complicated. For emphasizing the change in solubility during frozen storage, the shorter time extraction seems to be suitable. In the following experiments, a period of 2 or 3 hours was taken arbitrarily as the extracting time.

Experimental

(A) Change in lizard-fish muscle stored at −3° to −10° C.

Table 1. Acid-soluble phosphates and free SH group of frozen lizard-fish muscle stored at −3° to −10° C.

Samples frozen 2 days after being caught					Samples frozen 11 days after being caught				
Days of storage	SH (m.M.)	P. (μ M.) T.P.	O.P	Δ7P.	Days of storage	SH (m.M.)	P. (μ M.) T.P.	O.P	Δ7P.
0*	0.054	7,700	1,400	100	0*	0.054	7,700	1,400	100
1	0.065	7,910	1,360	10	2*	0.055	7,600	1,910	40
3	0.065	7,262	1,450	20	5*	0.051	7,080	1,210	30
6	0.071	7,220	1,320	0	9*	0.049	7,400	1,050	0
10	0.245	7,320	1,340	0	11	0.056	6,500	1,020	20
19	0.057	7,960	1,410	10	14	0.100			
27	0.054				19	0.057	6,580	1,020	0
44	0.040	7,120	1,180	50	27	0.059			
					44	0.044			

* unfrozen samples T.P. Total phosphate ; O.P. Organic phsphate ;
Δ7P. The amount of P corresponding to the sum of 2/3 ATP-P and 1/2 ADP-P.

A lizard-fish weighing about 1,800 g. had elapsed about 20 hours after catch was divided into two fillets. One of them was stored at 1° to 3° C., and the other was frozen in the ice box of refrigerator at −3° to −10° C. and stored there. At the same time, some lizard-fish weighing 315 g. on the average, were stored 10 days at 1° to 3° C. and then frozen and stored at −3° to −10°C. At intervals, samples were taken out for determination of solubility, free SH group, acid soluble phosphates, and pH value. In the determination of solubility, muscle was extracted with 0.6 M NaCl solution 20 times the volume of the muscle for 3 hours.

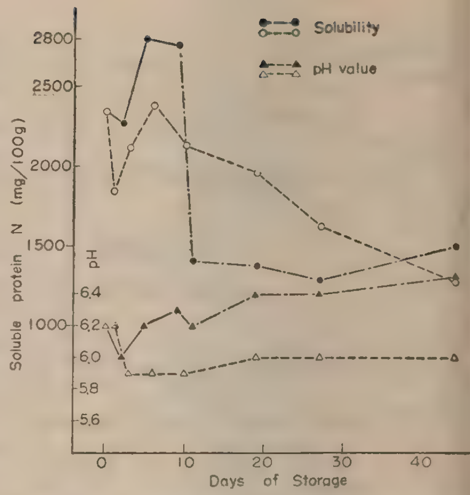


Fig. 2. pH value and soluble protein nitrogen of frozen lizard-fish muscle stored at −3° to −10°C. Open symbols show the samples frozen 2 days after being caught ; solid symbols show the samples frozen 11 days after being caught (unbroken lines show unfrozen samples).

Results obtained are shown in Table 1 and Figure 2. From Figure 2 it is clear that the soluble protein nitrogen decreases rapidly during frozen storage. As for the solubility of the sample frozen from the start, the first decrese was followed by a transient increase, but the solubility dropped finally. It is known that the water soluble muscle protein is not affected by cold storage, and in lizard-fish the amount of water soluble protein nitrogen was about 730 mg. N per 100 g. muscle on the average. So, about 64 per cent of actomyosin fraction might well be inferred to have been turned insoluble in 44 days storage at −4° to −10° C. On the contrary, solubility increased in the storage at 1° to 3° C. It seems to be caused by the rise in pH value. After 5 days storage, the amount of total soluble nitrogen reached 94.0 per cent of total muscle nitrogen.

The pH value fell slightly in the first stage, then rose gradually. The amount of free SH group showed no remarkable change. The amount of phosphates did not show any definite tendency of variation. $\Delta 7$P had been lost already in the first experiment, apparently owing to the lapse of considerable time before the first analysis.

(B) **Changes in lizard-fish muscle stored at −14° to −17°C.**

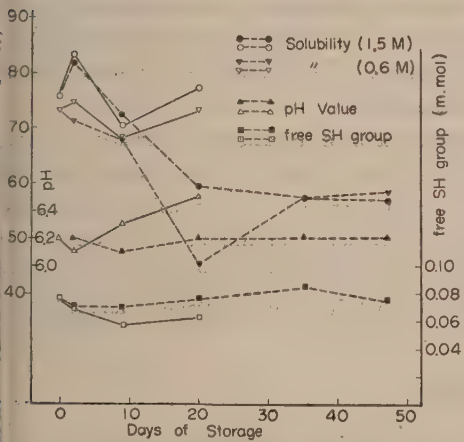
Lizard-fish caught the day before were divided into two groups, one lot was stored at 1° to 3° C., and the other at −14° to −19° C. At intervals, pH value, free SH group stickiness and solubility was estimated as above. Soluble protein was extracted with 0.5 M and 1.5 M NaCl solution 20 times the volume of the muscle for 3 hours. The results were expressed as the percentage of soluble protein nitrogen for total nitrogen.

The results are given in Table 2 and Figure 3. The decrease of solubility is seen, but it is slower than the decrease given in Figure 2 which is concerned with the sample stored at a higher temperature. The protein nitrogen soluble in 0.6 M NaCl fell to about 35 per cent of original amount in 47 days storage. More protein was extracted with 1.6M

Table 2. Stickiness of muscle mush made from lizard-fish stored at −14° to −17°C. and 1° to 3° C., respectively. (Poise)

Unfrozen sample (1° to 3° C.)					Frozen sample (−14° to −17° C.)				
Days of storage	Rate of rotation of rotor* (r.p.m.)				Days of storage	Rate of rotation of rotor* (r.p.m.)			
	2	4	10	20		2	4	10	20
0	435	255	125	73					
2	359	217	107	64	2	389	236	111	66
9	314	184	946	57	9	236	141	718	43
20	369	225	114	69	20	355	214	99	58
					35	192	122	65	42
					47	412	235	108	62

* Rate of rotation corresponds to the share rate.



ig. 3. pH value, free SH group and soluble protein nitrogen of lizard-fish muscle stored at −14° to −17° C. and 1° to 3° C.
——1° to 3°C. ······−14° to −17°C.

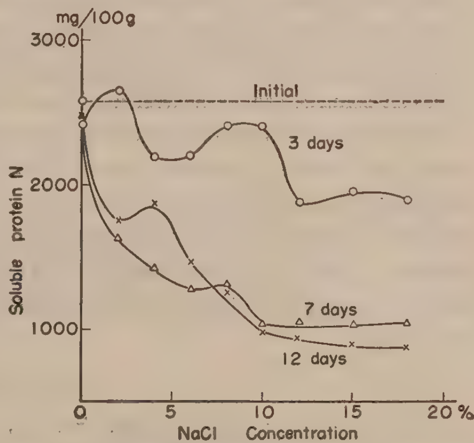


Fig. 4. Effect of NaCl salting on the solubility of lizard-fish muscle.

IaCl than with 0.6 M NaCl, though the tendency of the extractability was similar in both ases.

Apparent viscosity of the mush showed no remarkable change in spite of the decrease ι protein solubility. In preliminary experiments, the viscosity was suggested to be almost irectly proportional to the logarithm of the protein concentration of mush. The pH vaιes showed the similar tendency to those given in Figure 2, though the change was not ery clear. The amount of free SH group did not change remarkably.

(C) Effect of NaCl on denaturation of muscle protein

SIMUDU & HIBIKI[7] suggested, with ground yellowtail muscle that condensation of sa-s in muscle plasm caused by freezing might accelerate denaturation of muscle protein.

An experiment was carried out to reveal the relation between salt concentration in uscle and degree of the protein denaturation. Muscle of lizard-fish weighing 1460 g. as divided into fillets each weighing 10 g., and they were added respectively with various

amounts of NaCl and stored at 1° to 3° C. At intervals the samples were taken out and extracted with NaCl solutions respectively 20 times their volumes, which were adjusted of concentration so as to give 1 M as the final concentration of the extracting solution.

The values of soluble protein nitrogen are shwon in Figure 4, which shows that salt soluble protein decreases rapidly when muscle was stored with NaCl, and that the higher the salt concentration, the more remarkable the decrease.

Discussion

Change in solubility was greater than changes in other indexes such as free SH group or stickiness. Considered from the absence of the increase in free SH groups, the change in the earlier stage of frozen storage may not seem to be real denaturation of muscle protein.

NOGUCHI[4] suggested that the contraction-like phenomenon is caused in fish muscle by freezing and thawing. In this investigation Δ7P in muscle had been lost at the first experiment, though fluctuation of organic P and fall in pH value were seen. It seems likely that the contraction of muscle brings about the difficulty in the extraction of muscle protein with salt solution especially with a dilute salt solution.

It seems clear that the elevation of salt concentration in muscle plasm caused by freezing may hasten the change of muscle during the frozen storage. The reasons for this acceleration are not as yet clear. It may be possible that the rise of salt concentration affects the enzyme equilibration in muscle so as to promote the muscle denaturation, or advance the "suwari" phenomenon, causing the loss of solubility of protein as it is seen in the salted fresh flesh or on standing a ground fresh fish muscle containing about 3 per cent NaCl.

References

1) REAY, G. A. : *J. Soc. chem. Ind.*, **52**, 265 T (1933).
2) *Ann. Rep. Fish. Res. Bd. Canada*, 75 (1950).
3) MORI, T. & HATA, M. : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **15**, 407 (1949).
4) NOGUCHI, E. : *Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, No. 5, 17 (1957).
5) SIMIDU, W. & SIMIZU, Y., : Unpublished.
6) SIMIDU, W. & HIBIKI, S.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **17**, 301 (1952).
7) MATSUMOTO, J. & KANEMITSU, T: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **21**, 284 (1955).

養魚餌料蛋白質のアミノ酸組成に就いて

荻　野　珍　吉
(東京水産大学)

Amino Acid Composition of the Protein of Hatchery Diet

Chinkichi OGINO

The amino acid compositions of the protein of several hatchery diets commonly used in Japan have been analyzed and their nutritive values as hatchery diets have been discussed by comparing the essential amino acid content with that of body protein of rainbow trout fingerling. As shown in Table 2, the proteins of dried Mysid and beef liver are excellent in their amino acid composition as feed-stuff for trout. The protein of silk-worm pupa is somewhat low in lysine, threonine, and grginine contents. The blood meal is exceedingly low in isoleucine and also low in methionine and arginine, whereas the contents of lysine, histidine, phenylalanine, and leucine are considerably high. In vegetable diets, the protein of dried yeast is low in histidine and lysine and that of rice bran is low in lysing, isoleucine, methionine, and tryptophan contents. Table 1 shows the chemical composition of the hatchery diets used in the present study.

餌料蛋白質のアミノ酸組成については，大島[1]，富山[2]，山村[3]，高橋[4] 等の研究があるが，之等の研究は単に特定のアミノ酸含量に関するものか或は餌料蛋白質の窒素の形態に関するものであり，アミノ酸組成の詳細に関してはほとんど知られていない。餌料蛋白質のアミノ酸組成を明にする事は水産養殖において，餌料の栄養価値の判定に重要であると考えられる。著者は数種養魚餌料蛋白質のアミノ酸組成を研究した結果を報告する。

実　　験

アミノ酸の定量法：試料は 90% alcohol にて数回煮沸し，可溶性物質を除き，更に ether にて脱脂，乾燥後粉末とした。アミノ酸の定量は粉末試料を 6N-HCl にて 20 時間加水分解して後行つた。各アミノ酸は，前にニジマス卵蛋白質のアミノ酸組成を分析した場合と全く同様の方法で定量した。[5] 即ち arginine は坂口反応による比色法により，histidine は PAULI 法により，proline は ninhydrin を使用する比色法により，其他のアミノ酸はペーパークロマトグラフイーによる方法[6] で定量した。tryptophan はアルカリ加水分解液を用い *p*-dimethylaminobenzaldehyde を使用する比色法によつて定量した。

結果及び考察

餌料の化学的組成は Table 1 に，又各餌料蛋白質のアミノ酸組成は Table 2 に示す如くである。尚ニジマス稚魚（体長 2.5～5.4 cm）の魚体蛋白質の平均アミノ酸組成[5] も Table 2 に示した。此の分析に於ては amide 及び humin 態窒素の測定は行なはなかつた。不純な蛋白質殊に植物性餌料の場合は，加水分解時に humin 質の生成が多く，又窒素の回収率も低かつた。従つて一部のアミノ酸の分解が加水分解時に起つた事が考えられ，Table 2 に示した値がもとの蛋白質のアミノ酸組成を其儘表はしていないかも知れないが，一応 Table 2 に示した値に基いて各餌料蛋白質の栄養的価値を考察する事にする。

餌料蛋白質の栄養価値を，そのアミノ酸組成に基いて比較するには，栄養価値が高い乳や鶏卵の蛋白質と必須アミノ酸（魚類では不明であるが）含量を比較して決定する事も出来るであろうが，此実験に於てはニ

1957 年 8 月 28 日受理

Table 1. Chemical composition of hatchery diets
(% on wet basis)

	Dried* Mysids	Dried* Mysids	Beef liver	Dried silk-worm pupa	Blood** meal	Dried*** yeast	Rice bran
Moisture	19.6	19.9	68.8	6.9	13.5	11.0	10.4
Ash	14.9	9.3	1.5	4.7	2.7	5.1	9.1
Crude protein	51.4	58.3	21.1	59.2	80.8	46.5	12.8
Crude fat	2.8	5.6	3.9	20.7	0.2	1.0	21.1
Crude fiber						4.8	11.6
Chitin	2.8	2.1		3.2			
Nitrogen free extract						31.6	35.0

* Dried Mysids, consisting chiefly of *Mysis* and *Neomysis* spp.
** Manufactured by Nihon Tanpaku Co. Ltd.
*** Dried yeast for feed-stuff, manufactured by Toyo Boseki Co. Ltd.

Table 2. Amino acid composition of the protein of hatchery diets
(values given as % of protein, calculated to 16.0 % N)

	Dried Mysids	Dried Mysids	Beef liver	Dried silk-worm pupa	Blood meal	Dried yeast	Rice bran	Fingerling* of rainbow trout
Glycine	5.5	5.6	4.6	4.7	4.4	4.3	5.7	6.4
Alanine	5.8	6.3	7.0	5.7	8.8	7.9	6.3	6.3
Valine	4.7	4.9	6.5	5.8	8.8	6.5	5.1	5.2
Leucine	6.9	7.2	9.7	7.8	11.2	6.9	6.2	7.5
Isoleucine	4.7	5.6	5.4	4.4	1.0	5.7	3.2	4.7
Proline	4.6	4.8	6.5	6.7	5.7	4.9	6.2	5.8
Phenylalanine	6.6	6.8	8.1	6.9	7.9	5.6	5.5	5.2
Tyrosine	4.5	3.6	2.5	4.1	2.2	2.8	2.9	3.9
Tryptophan	0.94	1.1	1.5	1.2	1.2	0.87	0.54	0.9
Serine	4.1	3.4	4.6	4.0	5.0	4.2	4.3	4.2
Threonine	4.3	3.9	5.3	2.9	4.0	5.0	2.7	4.3
Cystine	3.0	2.8	0.9	2.6	1.9	trace	1.4	2.0
Methionine	2.9	2.6	3.7	2.2	1.2	2.2	1.8	2.9
Arginine	8.2	8.2	9.0	6.7	5.5	7.4	8.8	7.9
Histidine	2.1	2.2	2.7	2.7	5.9	1.9	2.9	2.6
Lysine	8.8	9.1	7.7	6.4	9.8	5.8	4.0	9.7
Aspartic acid	12.7	11.2	10.2	12.2	10.4	8.9	9.1	9.6
Glutamic acid	16.4	17.8	13.5	11.7	10.8	14.4	11.9	14.0
Total	106.7	107.1	109.4	98.7	105.7	92.3	88.5	
Nitrogen recovered (%)	92.5	93.2	96.3	84.4	94.4	83.3	80.7	

* Average amino acid composition of total protein of growing fingerlings (2.5~5.4 cm. in body length) of rainbow trout.[5]

ジマス稚魚の魚体蛋白質の平均アミノ酸組成と比較して栄養価値を考察した。即ち，高等動物で決定されている必須アミノ酸含有量は，ニジマス稚魚の場合と同程度か或は以上含まれている場合栄養的価値が高いと判断して大なる誤は無いものと考え，栄養価値の判定に先づ必須アミノ酸含有量をニジマス稚魚と比較した。又著者が前に報告した様に，ニジマス稚魚の魚体蛋白質のアミノ酸組成は，glycine 含量以外は生育中ほとんど変化しない事実[5]より餌料蛋白質のアミノ酸組成が，目的とする魚種の魚体蛋白質のアミノ酸組成に似ている事は好ましい事と考えられるので餌料蛋白質の栄養価値の判定に全体のアミノ酸組成も参考にした。以上の考慮の下に各餌料蛋白質の養鱒餌料としての栄養価値を比較すると，動物性餌料である牛肝臓及びイサザの蛋白質は必須アミノ酸含有量及び全体のアミノ酸組成より見て栄養価値が極めて高いと云える。イサザ蛋白質は各必須アミノ酸含量が大体ニジマス稚魚蛋白質に等しく，牛肝臓蛋白質は大部分の必須アミノ酸含量がニジマス稚魚におけるより高いが，ただ lysine 含量のみは稍低い値を示している。養魚餌料として広く使用されているサナギ蛋白質は arginine, lysine 及び threonine 含量が稍低いが，其他のアミノ酸組成はニジマス稚魚と大体似ている。之等の点よりサナギ蛋白質の栄養価値も相当高いものと考えられるが，イサザや牛肝臓よりは劣ると考えられる。血粉はアミノ酸組成がかなり他の餌料と異なつている。即ち histidine, lysine, phenylalanine 及び leucine 含量は高いが，isoleucine 含量が著しく低く，又 methionine や arginine 含量も低い。之等の点より考えると，血粉は他の蛋白質餌料に混合して使用する事は出来ても，蛋白源として単独に使用する事は好ましくない様に考えられる。植物性餌料に関しては酵母，米ヌカ共に lysine 含量が低い。酵母においては更らに histidine 含量も低いが其他のアミノ酸組成はニジマス稚魚とよく似ているから，ヂアミノ酸含量の高い餌料と共に使用すれば栄養価値を高める事が出来ると考えられる。米ヌカ蛋白質は lysine のみならず isoleucine, methionine 及び tryptophan 含量も低いから，栄養的価値は他の餌料蛋白質と比較するとかなり劣るものと考えられる。

要　　約

各種餌料蛋白質のアミノ酸組成を分析し，餌料蛋白質のアミノ酸組成とニジマス稚魚の魚体蛋白質のアミノ酸組成とを比較することにより，各餌料蛋白質の栄養価値につき考察し次の結果を得た。

1. 動物性餌料においては，牛肝臓及びイサザ蛋白質はアミノ酸組成が優秀で，栄養価値が高いと考えられるが，サナギ蛋白質は arginine, lysine, threonine 含量が稍低く，血粉は isoleucine 含量が著しく低く，其他二三必須アミノ酸含量も低く栄養価値が劣ると考えられる。

2. 植物性餌料においては乾燥酵母は lysine 及び histidine 含量が低く，米ヌカ蛋白質は lysine, isoleucine, methionine 及び tryptophan 含量が低く栄養価値がかなり低いと考えられる。

本研究費の一部は文部省科学研究費によつたものである。記して感謝の意を表明する。

文　　献

1) 大島信夫：水講試報.，**23**, 149, 157 (1928).
2) 富山哲夫：本誌.，**2**, 257 (1934)；**3**, 355 (1935).
3) 山村弥六郎：本誌.，**4**, 303 (1936).
4) 高橋豊雄：本誌.，**4**, 301 (1936).
5) 荻野珍吉・須山三千三：本誌.，**23**, 227 (1957).
6) Ogino, C.：*J. Tokyo Univ. Fish.*, **43**, 7 (1957).

海水のビタミン B_{12} に関する研究—III. B_{12} の日時的変動及び湖水における B_{12} 含量の垂直分布

柏田研一・柿本大壱・川越一徳
(鹿児島大学水産学部)

Studies on Vitamin B_{12} in Sea Water—III. On the Diurnal Fluctuation of Vitamin B_{12} in the Sea and its Vertical Distribution in the Lake

Ken-ichi KASHIWADA, Daiichi KAKIMOTO and Kazunori KAWAGOE

The diurnal fluctuation of vitamin B_{12} in the sea water was studied. At three stations in the Kagoshima Bay (Fig. 1), the sea water was collected from the various depths at intervals of two hours for 12 or 24 hours, and the vitamin was determined by the microbiological method described in the previous paper[1]. As shown in Table 1, the diurnal fluctuation and vertical distribution was found to be very complicated, and no regular form could be found.

The vertical distribution of vitamin B_{12} in the Lake Ikeda was also investigated (Fig. 2). The values ranged from 0 to 62.5 mγ per liter. In the upper layer (0—20 m), the fluctuation was most remarkable and the concentration of vitamin B_{12} considerably varied according to the slight difference of the depth. On the other hand, in the lower layer, the variation was very slight.

The relationship between the water temperature and the amount of the vitamin was discussed.

著者等はさきに海水中のビタミン B_{12} 定量法を考案し，その方法によつて海水の B_{12} 含量を測定した結果を報告した[1]。測定例が少ないので確実な知見は素より得られていないが，これまで行つた測定によつて少なくとも海水における B_{12} 含量の水平分布及び垂直分布に極めて著しい変動のあることが明らかにされた。併し前回の調査では採水の時刻については全く考慮せず1場所1回任意の時刻に採水を行つたが，時刻によつて B_{12} 含量の変動することが想像される。又湖水に於ては水の動きその他の状況が海とは大いに異なつているがその B_{12} の分布はどうであろうか。これらのことを知る目的で表記の試験を行つた。

実 験 及 び 考 察

1. 海水の B_{12} 含量の日時的変動

採水地点を限定しても時刻の推移に従つてそこの海水の B_{12} 含量は変動すると思われるので，この点を明らかにする目的で鹿児島湾内の3個所を選び，その3個所で時刻を追うて採水したものについて著者等の方法によつて B_{12} を定量した。採水場所を Fig. 1 に示したが Station 1 は湾口，4 はほゞ中央部，6 は最も奥で新川の河口に近いので時刻によつては河水の影響を受けることも予想される点である。採水期日は Station 1 では昭和 31 年 11 月 15 日，12 時から 22 時まで，4 では 11 月 19 日，14 時から翌日 12 時まで，6 では 11 月 22 日 14 時から翌日 12 時まで，夫々 2 時間おきに採水した。なお垂直分布を見る

1957 年 8 月 28 日受理

ため Station 1 では海面, 5, 10, 20, 40, 60 m, Station 4 では海面, 10, 40, 50, 60 m, Station 6 では海面, 10, 40, 75 m の各水層で採水したが, 各 Station 共海底から約 10 m 上つた所を最深採水層とした。

採取試料につき B_{12} 含量を測定した結果は Table 1 の如くである。即ち鹿児島湾内の海水の B_{12} 含量は最少 0，多くは数 mγ/l で 10 mγ/l 以上は高濃度の部類に属し比較的稀れである。尤も Station 4 と 6 に夫々 75, 55 mγ/l の如き例外的な高濃度を示した試料があるが, 何故にこのような高値が出現したかの原因は不明である。まず Station 1 の水について見ると, B_{12} 含量は 0—12.5 mγ/l であつて, 含量 0 の試料が 6 個, 10 mγ/l 以上の試料は 2 個にすぎず全試料の平均値は 4.1 mγ/l である。時刻による B_{12} 含量の変動は何れの深度の水に於てもかなり著しいものがあるが, 極めて不規則に推移しそれらの間に一貫した傾向らしいものも認め難い。次に Station 4 における海水のB_{12}含量は 0—75 mγ/l であるが, 前



Fig. 1 A map of the Kagoshima Bay, showing the station number.

Table 1. The diurnal fluctuation of vitamin B_{12} (mγ/l) at various depth in the sea water at the Kagoshima Bay. (1956)

Station 1.

Time \ Depth	0 m	5 m	10 m	20 m	40 m	60 m
Nov. 15, 0 P. M.	0.0	1.5	6.0	0.0	0.5	7.5
2 〃	4.0	4.0	3.3	8.5	0.5	3.3
4 〃	3.3	9.5	3.3	0.0	6.0	2.5
6 〃	5.0	6.8	—	—	11.8	0.0
8 〃	2.5	3.3	6.0	12.5	0.0	6.0
10 〃	0.5	1.0	6.8	0.0	2.5	1.0

Remark : High tide ; 5.10 P. M. Low tide : 11.10 A. M., 11.45 P. M.

Station 4.

Time \ Depth	0 m	10 m	40 m	50 m	60 m
Nov. 19, 2 P. M.	1.5	4.0	1.5	4.8	6.8
4 〃	1.5	3.3	0.0	6.8	8.5
6 〃	0.0	6.8	9.5	4.0	4.0
8 〃	7.5	5.0	75.0	—	6.0
10 〃	1.5	0.0	0.0	0.0	6.0
Nov. 20, 0 A. M.	12.5	3.3	11.8	4.0	0.5
2 〃	0.5	5.0	—	15.5	4.0
4 〃	8.5	2.5	8.5	2.5	6.0
6 〃	2.5	—	12.5	4.0	11.0
8 〃	0.5	6.0	6.0	2.5	11.9
10 〃	1.5	11.8	4.0	9.5	6.0
0 P. M.	0.0	5.0	9.5	0.0	4.0

Station 6.

Time \ Depth	0 m	10 m	40 m	75 m
Nov. 22, 2 P. M.	6.8	8.5	5.0	4.0
4 〃	11.0	6.0	11.0	3.3
6 〃	7.5	6.0	2.5	6.0
8 〃	5.0	11.0	0.5	9.5
10 〃	55.0	6.0	1.5	4.0
Nov. 23, 0 A. M.	2.5	6.8	4.0	15.5
2 〃	—	4.0	0.0	11.8
4 〃	1.5	0.5	6.0	7.5
6 〃	0.0	6.0	5.0	2.5
8 〃	0.5	6.0	11.0	—
10 〃	3.3	6.0	7.5	8.5
0 P. M.	0.5	—	7.5	—

Remark : High tide : Nov. 19, 7.35 P. M., 20, 8.04 A. M. Nov. 22, 9.40 P. M., 23, 11.00 A. M.
Low tide : Nov. 19, 2.05 P. M., 20, 2.20 A. M. Nov. 22, 4.10 P. M., 23, 4.40 A. M.

記の如くこの 75 mr は例外的な値である。依つてこの値を除外すると 0—15.5 mr/l となつて全試料の平均値は 5.0 mr であり，B_{12} 量 0 のものは 57 試料中 7 個である。時刻並びに深度による B_{12} 量の変動は前の場所と同様かなり著しく又極めて不規則なことも変りない。 Station 6 に於ては例外的な B_{12} 含量 55 mr の試料を除外すれば 0—15.5 mr/l の範囲にあり， 44 試料中含量 0 のものは 2 個で他の場所に較べて最も少ない。55 mr/l なる含量が突発的な高値で，時刻的にも場所的にもその前後にこのような高濃度の水が存在しないことは Station 4 におけると同様である。原因は不明であるが時として極めて局部的に B_{12} がこのように高濃度となることがあるらしい。全試料の平均 B_{12} 含量は 5.4 mr/l であるから湾口から奥になるにつれて平均 B_{12} 含量は多くなつている。時刻による変動が著しく且つ不規則であること、垂直分布が複雑であることは前記 2 地点におけると同様である。設備と人員の関係で同日，同時刻一斉に採水を行うことができなかつたので B_{12} 分布の移動を追跡し得ないのは遺憾である。

以上のように海水の B_{12} 含量の分布が極めて不規則な変動を示すのは諸種の要因により海水の複雑な移動や攪拌が起るためと考えられるが，更に海水中の細菌，プランクトン，藻類等による B_{12} の分解，合成，吸収などの生物学的要因，日光の作用等も B_{12} の分布に関係をもつものではないかと想像される。併し海水における B_{12} の起源，及び海水中における上記生物学的或は化学的要因による B_{12} 変化の真相が分らないので本測定結果について充分な解説が試みられない。

2. 湖水の水に於ける B_{12} 含量の垂直分布

海水の B_{12} 含量の垂直分布に著しい変動のあること及びそのような変動を来たす原因の一つとして潮汐干満，海流などによる海水の移動攪拌が考えられることは前記の通りであるが，この種の水の運動が海に比較して遙かに少ないと思われる湖水に於ける B_{12} 含量の垂直分布を知るため池田湖の水について調べた。

池田湖は鹿児島県薩摩半島の東南端附近に位する湖で，東西約 4.5 km，南北約 3 km，水位は海面上約 66 m，最深部は水深約 250 m である。その水は湖の南端附近に於て海に注いでいる。採水は昭和 31 年 10 月 22 日，15 時にこの最深部で水深 120 m まで行つた。透明度は 15—20 m で採水点の水温を測定した。試料が淡水であるのでセロハン透析の要なく，単に濾過したまゝの水につきユーグレナ法によつて B_{12} を定量した。測定結果は Fig. 2 の通りであつた。

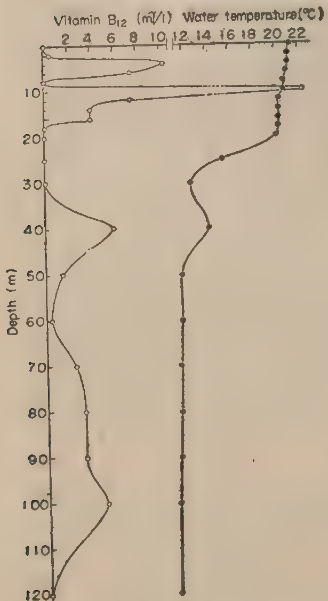


Fig. 2 The vertical distribution of vitamin B_{12} and water temperature at the Lake Ikeda.
○ Vitamin B_{12}
● Water temperature

B_{12} 含量は 0—62.5 mr/l で最高最低の差が甚しい。而してこの B_{12} 含量の変動の甚しいのは比較的上層，即ち大体 20 m 以浅の水に於てであつて，この上層部に於ては水深の僅かの違いで B_{12} 含量に大差の見られる場合がある。例えば水深 10 m に於ては 62.5 mr/l の高濃度であるが，8 m 及び 12 m に於ては夫々 0 及び 7.5 mr/l にすぎず，又 2—8 m の間でも相似た現象が見られる。このような著しい濃度差の生ずる原因，及びこの濃度差に移動又は平均化が起るか否か等については不明であるが，B_{12} の垂直分布にこのように著しい又明瞭な変動のあることは極めて興味深い現象と思われる。この分布状態から見ると湖水に於ては B_{12} 含量の異なる水が輪郭のはつきりした水塊或は水帯となつて存在していることが想像される。

水温の垂直分布も同じ図中に示したが，水面下 20 m までは表面と大差なく 21° C 前後を示している。20 m 以深では急に低下するが 30 m 以深では約 12° C で温度差が少ない。B_{12} 濃度の変動の著しい 20 m 以浅とその変動の少ない 20 m 以深とで温度分布にこのような明瞭な差のあることも注目される現象であり，又 40 m では B_{12} 濃度がやゝ高く水温が恰もこれに並行するようにやゝ上昇

していることは両者の間に何か関連がありそうな印象を与えている。

総　　括

海水のビタミン B_{12} 含量の日時的変化を知るために鹿児島湾内の 3 点につき 12—24 時間に亘つて 2 時間おきに採水し，その B_{12} を定量した。その結果 Station 4 と 6 に夫々 75, 55 mr/l という高濃度の水が 1 個づゝあつたが，これを除外すると大体 0—15 mr/l の範囲にあり，多くの試料に於ては数 mr/l であつた。3 Station とも時刻により又深度によりかなり著しい変動が見られたが，何れも極めて不規則であつて一貫した傾向は認められぬ様であつた。

次に池田湖の水の B_{12} 濃度の垂直分布を調べた結果 0—62.5 mr/l の範囲にあり，この濃度の変動は約 20 m 以浅の比較的上層の水に於て著しいこと，又水深が僅かに変つても B_{12} 濃度に著差の見られる場合のあることが分つた。

池田湖に於ける採水並びに諸観測に当り本学部税所俊郎氏の協力を得たことを附記し深謝の意を表する。

文　　献

1) 柏田，柿本，盛田，金沢，川越： 本誌. **22**, 637 (1957).

エビ類の黒変に関する研究—III
黒変阻止に就いて

柿本大壱・金沢昭夫
（鹿児島大学水産学部）

Studies on the Black Discoloration of Lobster-III
on the control of Blackening

Daiichi KAKIMOTO and Akio KANAZAWA

1) In this paper, with the use of several buffer solutions (pH. 3.2 or 3.4) some experiments on the chemical treatment for the purpose of fixing any preventing-method against the shrimp-blackening were carried out; with the following result that the producing of blackening-substance due to the mixture of shrimp blood with L-tyrosine was to be effectively prevented by the tartarate and oxalate buffer solutions. (Table 1)

In case of the experiments done under the use of fresh shrimp the same prevention-effect was also ascertained as clearly as in the test-tube. (Table 2, 3)

2) In using the minerals and vitamin C and so on as a preventive medium, a considerable prevention-effect was observed, under the potency of aluminium compounds and vitamin C as well as under that of of $NaHSO_3$.

著者等はエビ類の黒変に関して研究の結果，その血液と肝臓のホモジネートから短時間で黒色素の生成されることを確かめ，この原因が血液中のチロジナーゼと肝臓中に存在する遊離チロジンからメラニンを生ずることによる現象だと報告した[1)]。これに対し FAULKNER[2)] は white shrimp では主としてクチクラに黒変が起り易いことを指摘する一方最も起り易い部分は頭部であり游泳脚，前脚，甲殻にも起り，筋肉組織では起らないことを認めている。頭部が特に起り易いことゝ著者等の認めている肝臓と血液の接触で起る黒変とは一見共通しているようにも見受けられる。又黒変防止に関しては BAILEY 等は既に $NaHSO_3$ の効果を詳細に報告しており，FIEGER 等[3)] の最近に於ける研究によれば黒変阻止と鮮度保持を同時に満足し得る方法として $NaHSO_3$ とクロヽテトラサイクリンの併用による効果を報告している。著者等はこれと別に種々の試薬による黒変阻止効果を研究し，BAILEY 等の用いた $NaHSO_3$ に匹敵する効果を示す他の試薬を認めたので以下研究の概要を記述する。

実験の部

1. 緩衝液の種類と黒変阻止効果： 前報[1)]では血液と肝臓によつて起る黒変が pH 4.0 以下で或る程度阻止されることを報告したが，これはマキルベン緩衝液によつたものである。本報告では更に塩酸・クエン酸ソーダ (pH 3.4)，酢酸・酢酸ソーダ (pH 3.4)，塩酸・酢酸ソーダ (pH 3.4)，酒石酸・酒石酸ソーダ (PH 3.4)，クエン酸・Na_2HPO_4 (pH 3.4)，蓚酸・蓚酸ソーダ (pH 3.2)，塩酸・蓚酸ソーダ (pH 3.2)，等を使つて黒変阻止効果を確かめてみた。実験方法は生きたイセエビから採取した血液（血液 10 g に 5 倍容の蒸溜水を加えホモジナイズし冷蔵庫に貯臓する）0.5 cc，チロジン溶液（L・チロジン 0.39 mg/cc の濃度で貯う）0.5 cc 及び緩衝液 0.5 cc の混合ホモジネートに水を加えて全容を 5 cc としトルオールを加え 30°C，48 時間放置後の黒色素生成を肉眼的に観察した。実験の成績は Table 1 の通りである。

1957 年 8 月 28 日受理

Table 1. Protective effect of buffer solutions on blackening of L-tyrosine and shrimp-blood homoginate (incubated at 37° for 24 hr)

Buffer solutions		Protective effect for blackening
Control (Distilled water)		Blackened
HCl・Na-citrate	(pH 3.4)	Good protection
Acetic acid・Na-acetate	(〃 〃)	Slight protection
HCl・Na-acetate	(〃 〃)	Blackened
Tartaric acid・Na-tartarate	(〃 〃)	Very good protection
Citric acid・Na_2HPO_4	(〃 〃)	Good protecton
Oxalic acid・Na-oxalate	(pH 3.2)	Very good protection
HCl・Na-oxalate	(〃 〃)	Slight protection

これによると pH はほゞ等しくても緩衝液の種類によつて黒変阻止効果に差のあることが認められ，酒石酸・酒石酸ナトリウム，蓚酸・蓚酸ナトリウム，塩酸・クエン酸ナトリウム，クエン酸・Na_2HPO_4，による黒変阻止効果は顕著であるが酢酸・酢酸ナトリウム，塩酸・蓚酸ナトリウムは緩衝液を用いない対照区より遥かに良好であり塩酸・酢酸ナトリウムは全く効果が認められなかつた。

2. 各種試薬による黒変阻止効果： 著者等は先に二三チロジナーゼの inhibitor による阻止効果を述べたが本研究では更に $NaHSO_3$，$AlCl_3$，$Al(NO_3)_3$，$Al_2(SO_4)_3$，$Al(CH_3COO)_3$，$KAl(SO_4)_2$，$CrK(SO_4)_2$，アスコルビン酸，ミカン汁並びに EDTA の効果を検べてみた。之等の試薬はミカン汁を除いては全て 10^{-2}，10^{-3}，10^{-4} M 濃度のものを用い前項の緩衝液中効果の著しかつた酒石酸・酒石酸ナトリウム溶液と比較し，並に之等試薬の相乗効果の有無を試験してみた。試験法は前項とほゞ同様に調製した血液 0.5 cc に上記試

Fig. 1. Effect of various reagents on blackening of L-tyrosine and shrimp-blood homogenate (incubated at 37°C for 24 hr).



No.	Reagents	Concentration	No.	Reagents	Concentration	No.	Reagents	Concentration
1	$AlCl_3$	10^{-2}M	17	Tartaric acid・Na-Tartarate	10^{-3}M	32	Tartaric acid Na-Tartarate + $AlCl_3$	10^{-2}M
2	〃	10^{-3} 〃	18	〃	10^{-4} 〃	33	〃	10^{-3} 〃
3	〃	10^{-4} 〃	19	EDTA	10^{-2} 〃	34	〃	10^{-4} 〃
4	$Al(NO_3)_3$	10^{-2} 〃	20	〃	10^{-3} 〃	35	〃 + $NaHSO^3$	10^{-2} 〃
5	〃	10^{-3} 〃	21	〃	10^{-4} 〃	36	〃 〃	10^{-3} 〃
6	〃	10^{-4} 〃	22	$NaHSO_3$	10^{-2} 〃	37	〃 〃	10^{-4} 〃
7	$Al_2(SO_4)_3$	10^{-2} 〃	23	〃	10^{-3} 〃	38	〃 + 〃 + $AlCl_3$	10^{-2} 〃
8	〃	10^{-3} 〃	24	〃	10^{-4} 〃	39	〃 + 〃 + 〃	10^{-3} 〃
9	〃	10^{-4} 〃	25	$CrK(SO_4)_2$	10^{-2} 〃	40	〃 + 〃 + 〃	10^{-4} 〃
10	$Al(CH_3COO)_3$	10^{-2} 〃	26	〃	10^{-3} 〃	41	$AlCl_3$ + $NaHSO_3$	10^{-2} 〃
11	〃	10^{-3} 〃	27	〃	10^{-4} 〃	42	〃 + 〃	10^{-3} 〃
12	〃	10^{-4} 〃	28	Orange juice dil sol		43	〃 + 〃	10^{-4} 〃
13	$KAl(SO_4)_2$	10^{-2} 〃	29	Vitamin C	10^{-2} 〃	44	Blood + L-tyrosine	
14	〃	10^{-3} 〃	30	〃	10^{-3} 〃	45	〃 + Liver	
15	〃	10^{-4} 〃	31	〃	10^{-4} 〃	46	〃 + 〃 + L-tyrosine	
16	Tartaric acid・Na-Tartarate	10^{-2} 〃						

薬 0.5 cc を加えこれに L-チロジン溶液 0.5 cc を加えて全容を水で 5 cc としホモジナイズした後 30°C, 48 時間放置後の黒色素生成を観察した。Fig. 1 はその結果を図示したものである。これによるとアルミニウム化合物は何れも $NaHSO_3$ に匹敵する効果を示し，アスコルビン酸は更に顕著な阻止効果を示した。ミカン搾汁を減圧下に蒸発乾固した後アルコールで抽出される部分と非抽出部とを分けて試験したがアルコール抽出部に阻止効果が著しい。充分には認められなかつたが恐らくアスコルビン酸によるものと思われる。之等の阻止剤の相乗効果を期待し各試薬の等量混合液による効果を試験してみた。即ち酒石酸緩衝液に $AlCl_3$ を加えたものを初めとし同様緩衝液に $NaHSO_3$ を、更に $AlCl_3$ を追加したもの及び緩衝液を用いず $AlCl_3$ と $NaHSO_3$ を混合したものが前記と同じ条件で各単独の試薬に比べ阻止効果が促進されるか否かを検べた (Fig. 1)。図で示したように之等試薬の併用は単独使用に比べて殆んど相乗効果を示さないことが認められた。又 EDTA の効果が顕著であることは本酵素作用と金属の関係を暗示するものであり興味のある事柄と言えよう。

3. 薬品浸漬によるエビ黒変阻止効果：

a. 緩衝液による効果．前項に於ける試験成績は単に試験管内に於て血液と L-チロジンによる黒色素の生成を阻止する条件を記したが、実際に生鮮エビ類を使用した場合の効果と一致するものか否かは明らかでない。依つて実際生鮮エビ類を丸ごとこれらの試薬に浸漬した場合の効果を知るために次の実験を行つた。

Table 2. Protective of buffer solutions on blackening of shrimp (Haliporus Sibogae de Man) (Observed after 48 hr incubation at 0°C)

Buffer solutions		Protective effect for blackening
Control (Distilled water)		Blackened
HCl · Na-citrate	(pH 3.4)	Good protection
Acetic acid · Na-acetate	(″ ″)	Slight protection
HCl · Na-acetate	(″ ″)	Blackened
Tartaric acid · Na-Tartarate	(″ ″)	Very good protection
Citric acid · $NaHPO_4$	(″ ″)	Good protection
Oxalic acid · Na-oxalate	(″ ″)	Very good protection
HCl · Na-oxalate	(″ ″)	Good protection

Table 3. Protective effect of buffer solutions on blackening of shrimp (Haliporus Sibogae de Man) (Observed after each 48 hr and 72 hr incubation at −6°C)

Buffer solutions		Protective effect for blackening	
		48 hr incubation	72 hr incubation
Control (Distilled water)		Slight protection	Blackened
HCl · Na-citrate	(pH 3.4)	Very good protection	Good protection
Acetic acid · Na-acetate	(″ ″)	Slight protection	Blackened
HCl · Na-acetate	(″ ″)	Good protection	Slight protection
Tartaric acid · Na-Tartarate	(″ ″)	Very good protection	Very good protection
Citric acid · $NaHPO_4$	(″ ″)	″	Slight protection
Oxalic acid · Na-oxalate	(″ 3.2)	″	Very good protection
HCl · Na-oxalate	(″ ″)	″	″

ヒゲナガエビ (*Haliporus Sibogae de Man*) 体長約 10～15 cm のものを雌雄の区別なく 20 尾宛を一群とし これを PH 3.2 又は 3.4 の数種の緩衝液に 10 分間浸漬した後掬い上げ水切りを充分にした後 0°C、48 時間放置したものに就いて観察した。その結果は Table 2 の通りである。又これと同じ様に処理したものを −6°～−19°C に 48 時間及び 72 時間放置した場合の成績を Table 3 に示した。之等の表に示すようにエビ類の黒変防止は或る種の緩衝液に浸漬することによつて可成りの効果が期待出来ることを知つた。特に低温に於てはその作用が顕著である。これらの緩衝液中 −6°C に 72 時間放置しても充分阻止効果を示したものは酒石酸系と蓚酸系緩衝液であるが 0°C の成績から判断すると酒石酸・酒石酸ナトリウム、蓚酸・蓚酸ナトリウムが最も優れているように思われる。又食品を対象とする観点からも前者の方が優れていることは予想に難くない。

b. 無機塩類による効果．既に述べたように Bailey 等は $NaHSO_3$ がエビ類黒変に対し強い阻止効果を

Table 4. Protective effect of salts on blackening of shrimp (Haliporus Sibogae de Man) (Observed after 72 hr incubation at 0°C)

Salts (10^{-2}M)	Protective effect for blackening
Control (Distilled water)	Blackened
Na_2SO_3	〃
$NaHSO_3$	Very good protection
$ZnCl_2$	Blackened
$AlCl_2$	Very good protection
$Al_2(SO_4)_3$	〃
$CaCl_2$	Blackened

有していることを証明している。著者等はこれとは別に塩類による黒変阻止効果を確かめるため 10^{-2}M の Na_2SO_3, $NaHSO_3$, $ZnCl_2$, $AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, $CaCl_2$ 等について実験した。試料及び方法は前記緩衝液で実施した場合と同様で，上記の溶液にエビを 10 分間浸漬し水切して 0°C, 72 時間放置後の変化を観察するものであり，その結果は Table 4 に示した。表に示す如く 10^{-2}M 濃度では $NaHSO_3$, $AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$ はほゞ同程度の黒変阻止効果を示すことがわかつた。

考　察

イセエビを黒変現象の研究に用いることは必ずしも適切でないかも知れない。然し黒変阻止の研究を目的とするためには先ず黒変の生成機構を明らかにする必要があると思われるので特に各器官，組織を分割することも必要であつた。かゝる研究方法では明らかに大型のエビ類が便利であり，又最も新鮮な試料が得られ易いという点でイセエビを使用した。この結果は既に二報[1]にわたり発表した如くエビの黒変は主として血液中のチロジナーゼ作用によるものであり，その阻止法もチロジナーゼ作用の抑制に重点を置いた。然し目下のところチロジナーゼそのものが如何なる構造と反応機構を具備するかに就いては容易に知ることが出来ない。WISANSKY 等によると Cu^{2+} は本酸素を賦活すると報告しているがチロジナーゼそのものが金属と如何なる関係にあるかに就いては不明である。著者等の研究によると EDTA は血液及び L- チロジンによる黒変を良く阻止することが証明されたが果してチロジナーセに直接結合していると予想される金属が EDTA によつて切り離されたものか，或はチロジナーゼの助酵素或は促進物質が此の試薬によつて不活性化されるものかは明らかにされなかつたので引続き研究中である。又アルミニウムの化合物が一般に効果が顕著であるのに複塩である明バンでは効果が著しく劣る。この相違についても今後解決されなければならない。更にアルミニウム化合物等による黒変阻止効果と共に此の試薬の使用に伴うエビ類の鮮度との関係，及び味覚，栄養価の問題も研究されなければならない以上述べた諸点に就いては今後研究し他日発表する予定である。

要　約

1. エビ類の黒変阻止効果を pH 3.2 及び 3.4 の数種の緩衝液で確かめた結果，イセエビ血液と L- チロジンで生成される黒色素は酒石酸系及び蓚酸系緩衝液で阻止出来ることを知つた (Table 1)。依つて実際にヒゲナガエビを用いて試験を行つた結果試験管内と同様な阻止効果を認めた (Table 2, 3)。

2. 無機塩類，ビタミンC等による黒変阻止効果を検べた結果 $NaHSO_3$ の他アルミニウム化合物が顕著な効果を示し又ビタミンCも甚だ勝れた阻止作用を有することが認められた (Fig. 1)。

本研究を実施するにあたり本学教授柏田研一氏の指導を賜ると共に山下侃君，槇本誠君の援助を受けたことを附記し深謝の意を表す。

文　献

1) 柿本大壱，金沢昭夫： 本誌 **22**, 471, 476 (1956).
2) M. B. FAULKNER, B. M. WATTS and H. J. HUMM : Food Research **19**, 302 (1954).
3) E. A. FIEGER, M. E. BARLEY and A. F. NOVAK : Food Technol. **10**, 578 (1956).

魚類食品におけるボツリヌスE型菌の発育と毒素産生に関する研究—I.

魚肉における発育と酸化還元電位の関係について

安藤芳明・井上勝弘
（北海道立衛生研究所）

Studies on Growth and Toxin Production of *Clostridium botulinum* Type E in Fish Products—I.

On the Growth in Relation to the Oxydation-Reduction Potential in the Fish Flesh.

Yoshiaki Ando and Katsuhiro Inoue

Since 1952, the year of first outbreak of botulism in Japan reported by Nakamura *et al.*, about twenty cases of the outbreak have been described in the literature by 1956. All these outbreaks have proved to be of Type E and have been caused by such fish products infected with *Cl. botulinum* Type E as "Izushi" prepared from raw fish.

In Europe and America, about ten cases of type E botulism except one have also been caused by fish products. Dolman (1950) stated that fish is one of the most possible vehicle for type E botulism.

We have undertaken an investigation of the growth and the toxin production of *Cl. botulinum* Type E in fish flesh in order to clearify the outbreaks of type E botulism through the partake of fish products and further to find a preventive procedure for this food.

The present report deals with the correlation between the growth and oxidation-reduction potential in fish flesh and the results obtained are as follows.

1. The sterilized media prepared by various kinds of fish, produced a negative potential to offer a suitable condition for the growth of type E spore.
2. In the squid medium, the growth was partially inhibited owing to the positive potential, which seemed to be resulted from the oxidation of sulfhydryl groups by trimethylamine oxide in squid muscle during heat sterilization.
3. Sulfhydryl compounds such as cysteine and thioglycolic acid were rapidly oxidized by trimethylamine oxide at 100°C., but not at 37°C. within one hour.
4. *Cl. botulinum* Type E was able to reduce trimethylamine oxide which was added to the previously sterilized anaerobic medium.
5. In the course of autolysis and putrefaction of fish flesh, the potential fall rapidly to give an anaerobic condition to the type E spore, and then the growth and toxin production was observed.

わが国においてボツリヌス中毒が初めて報告されたのは，1952 年中村等[1] による，北海道岩内郡に発生したニシンの「飯ずし」に因る中毒例であり，同時に中毒検体から *Clostridium botulinum* Type E が分離同定された。それ以来今日迄約 20 件の中毒例が報告されているが，それらの原因食はすべて魚又はその加工品である。一方欧米に於けるE型中毒の例をみても，ただ1例の例外（きのこによる）を除いて全部魚加工品に因るものである。

Dolman[2] はE型中毒を "fish borne botulism' と呼び，ボツリヌスE型菌（以下単にE型菌と呼ぶ）は魚と密接な関係を有する事を指摘している。

中村等[3] によると，E型中毒が魚に特に起り易い理由として，次の二点が指摘されている。第一に，E型

1957 年8月 28 日受理

菌の芽胞が海岸附近の砂・土壌に広く分布し，魚の陸揚げから加工迄に汚染される可能性があることである。第二に，一旦汚染された魚肉が菌の発育及び毒素産生に対して好条件を与える可能性である。

魚肉においてE型菌の発育条件として，先ず問題となるのは嫌気的条件であろう。これに関して LEPPER 及び MARTIN[4] の研究によると，通常魚肉は加熱後において肉中の SH 基や不飽和脂肪等の自動酸化に由来する嫌気状態が発生し，また鮮肉を放置した際，魚肉内部の酸化還元電位（O.R.P.）が著しく低下する事は WATSON[5] によつて明らかにされている。

依つてわれわれは，この様な嫌気状態がE型菌の発育及び毒素産生といかなる関係を有するかを明らかにするため，種々の魚より調製した加熱魚肉培地や，自己消化或いは腐敗過程における魚肉等に実験的に E型菌芽胞を接種し，その発育と O.R.P. の関係について調べ，また魚肉成分中特に O.R.P. に著しい作用を及ぼす物質として，Trimethylamine oxide (T.M.A.O.) の影響について実験したので，その結果をこゝに報告する。

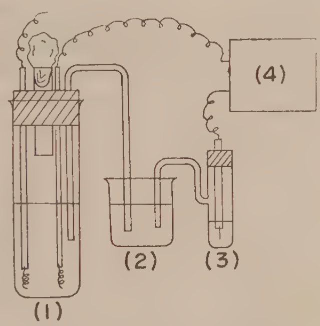


Fig. 1. Apparatus for the measurement of redox potential in culture medium. (1) ; cultural vessel, attached with two shiny platinum electrodes. (2) ; saturated KCl solution. (3) ; saturated calomel electrode. (4) ; vacume tube potentiometer. Electrical connection between (1) and (3) is established by joining through each agar salt bridge to (2).

実験材料と方法

使用菌株　*Cl. botulinum* TYPE E 岩内株の凍結乾燥芽胞を生理食塩水に浮遊させた。芽胞数は 10,000/1 ml.

魚肉培地　新鮮な魚肉の肉質部に同量の水を加え，ホモジエネートなし，その 50 g 宛を大型試験管に分注し，流動パラフィンを重層して高圧滅菌した。

酸化還元電位の測定　上記魚肉培地は滅菌後冷却を待ち，予め滅菌してある白金電極と寒天橋を挿入し，そのまゝ 37°C に一夜静置して平衡に達せしめる。翌日芽胞液 1 ml. を接種した後，直ちに O.R.P. を時間—Eh 曲線として追跡する。菌の培養及び Eh の測定はすべて 37°C で行つた。測定装置を Fig.1 に示す。

毒性試験　10 日間培養した培養液の遠沈上清の 10 進法生理食塩水稀釈液 0.5 ml. をマウス腹腔内に注射し，典型的ボツリスムスを呈して斃死したものを陽性とした。

実験結果と考察

1. 魚肉培地におけるE型菌の発育と O.R.P.

実験に供した魚種は可成新鮮な，イカ，マス，マグロ，サバ，フナ等の5種である。これらの培地における Eh の変化は Fig. 2 の如くである。

魚類培地の組成は各多少の相違はあつたが，菌の栄養源としては十分であつた。従つて Eh の低下と共に菌の発育が認められ，毒素産生（大概 20〜200 M.L.D.）も認められた。然しながらイカでは Eh は低下せず，菌の発育も認められなかつた。これはイカ肉中に多量に存在する T.M.A.O. の影響と思われるが，これについては後述する如くである。

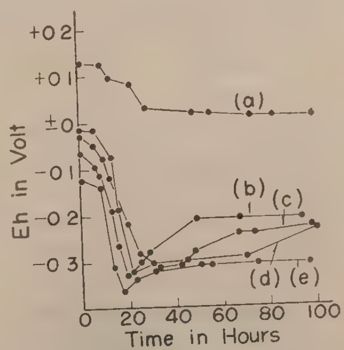


Fig. 2. Time-potential curves of various kinds of fish media inoculated with spores of *Cl. botulinum* TYPE E. (a) ; squid. (b) ; salmon. (c) ; tuna. (d) ; mackerel. (e) ; silber carp.

2. 魚肉の自己消化と O.R.P.

「飯ずし」の製造において，魚肉中の自己消化酵素による肉質の軟化分解は重要である。然しながら，反面ボツリスムス発生防止の観点からは，E型菌の如き蛋白分解能の殆んど弱い栄養要求の強い菌にとつて，自己消化の進んだ魚肉は生育に極め

て好適条件を与えるから，余り好ましくないと云えよう。

一自己消化に伴う O.R.P. の変化を知るため，新鮮なサバ肉のホモジェネートを酢酸で pH 4.5 に調整し，45~50°C で自己消化させた処，Fig. 3 に示すように，SH 基，アミノ基の増加につれ，Eh の著しい低下が認められた。この事実は「飯ずし」が E 型菌の生育に極めて好条件を与える可能性を示唆するものと云えよう。

3. 魚肉の腐敗と O.R.P.

「飯ずし」の製造において，魚の水さらし中に屢々水温の上昇などにより腐敗を来し易い。そこで，腐敗中における Eh の変化，及びこれに接種したE型菌芽胞の発育と毒素産生状態を知るため，次の実験を行つた。

新鮮なカレイ肉ホモジェネートにE型菌芽胞を接種し，25°C に放置して Eh，SH 基，揮発性塩基窒素等を測定し，またその毒素産生の有無を検した。その結果は Fig. 4 の如くである。即ち Eh は芽胞を加えない対照実験でさえ，初期腐敗の現われる 24 時間以内に既に急激な低下を示した。本実験においては毒素は3日目に至つて認められたが，このときは甚しい腐敗臭が感ぜられた。

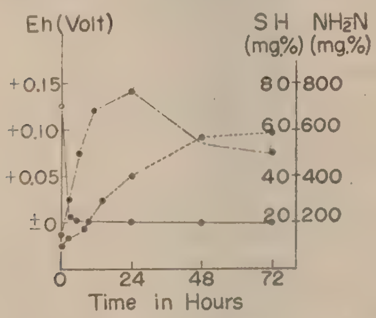


Fig. 3. Changes of Eh, SH and free amino nitrogen during autolysis of the homogenate of mackerel meat (45—50°C., pH 4.5).
Eh (•——•), SH (•—·—•), NH_2–N (•-----•).

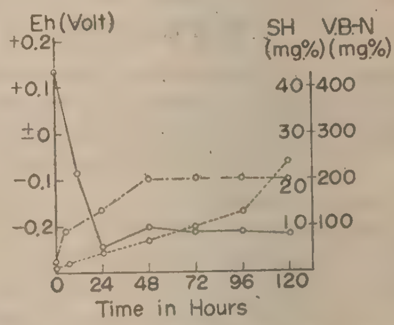


Fig. 4. Changes of Eh, SH and volatile basic nitrogen during spoilage of the homogenate of flat-fish meat at 25°C..
Eh (•——•), SH (•—·—•), V.B.—N (•-----•).

4. T.M.A.O. の培地の O.R.P. に及ぼす影響

T.M.A.O. の細菌培養基中における O.R.P. の緩衝作用については CASTELL が既に研究している。彼によると，T.M.A.O. の O.R.P. はその還元酵素の存在で約 +0.12~0.14 Volt である。

先にイカ培地では Eh の低下が認められなかつたが，イカは T.M.A.O. の含量が多いとされているので，その影響が考慮されねばならない。即ちボツリヌス菌がこれを還元する酵素を有するときは，緩衝作用は支配され，二次的に Eh が上昇すること，また培地自体が T.M.A.O. により酸化され，その結果 Eh の上昇をもたらす事も考えられる。

a) ボツリヌス菌の T.M.A.O. 還元試験

WOOD の方法に準じ，予め滅菌してある肝々ブイヨンに別に予め滅菌した T.M.A.O. 溶液を加え（終末濃度 1%），37°C に 48 時間培養し，T.M.A.O. の存否を検した。その結果ボツリヌス菌は A型 > B型 > E型の各順に還元力を示した。

b) 各種嫌気性培地に対する影響

肝々ブイヨン，Cysteine ブイヨン，Thioglycolate ブイヨン等に T.M.A.O. を種々の濃度に添加し，更にこれらに種々の酸化還元色素を加えておき，加熱滅菌した際色素の還元状態より培地の Eh を検した。その結果は Table 1 に示す如くである。

この表によると，培地はいずれも T.M.A.O. の存在により Eh の上昇が認められた。しかもこれらの培地にE型菌芽胞を接種した処，0.5% 以上添加したものでは全く発育が認められなかつた。

Teble 1. Reduction of redox indicators in the anaerobic media by the addition of various concentration of T. M. A. O.. +=indicator reduced, −=not reduced.

Indicator \ E'o at pH 7.0 \ T. M. A. O. % \ Media		Glucose・broth				Liverinfusion・broth				Cysteine・broth				Thioglycolate・broth			
		0	0.1	0.5	1	0	0.1	0.5	1	0	0.1	0.5	1	0	0.1	0.5	1
o-Cresol indophenol	+0.191	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Thymol indophenol	+0.174	+	+	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Toluylene blue	+0.115	+	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−
Thionine	+0.062	+	−	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−
Cresyl blue	+0.045	−	−	−	−	+	+	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−
Toluidin blue	+0.011	−	−	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−
Resazurin	−0.050	−	−	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−	+	−	−	−
Indigo carmine	−0.125	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Nile blue	−0.142	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Cresyl blue	−0.163	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Janus green	−0.256	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Neutral red	−0.340	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−

c) T. M. A. O. による SH 化合物の酸化

上述の結果によると，Glucose broth を除いて他の嫌気性培地の SH 化合物は T. M. A. O. により酸化さ
れることが推定される。耐熱性 SH 化合物による T. M. A. O. 非酵素的還元は既に Ackelmann 等[8] により報告されている。そこでわれわれは SH 化合物の酸化に対する温度の相違を調べるため，次の実験を行つた。

反応液として，0.1 M T. M. A. O. 10 ml.，0.01 M SH 化合物（Cystein・HCl 及び Thioglycolic acid）10 ml.，リン酸バッハー（P_H 7.0）10 ml. を混じ，37°C 及び 100°C においてそれぞれ反応せしめ，一定時間後にその各 1 ml. をとり，Cysteine をフェリシアン加里法[9]，Thioglycolic acid をヨード法により測定して酸化率を求めた。酸化率 $=\left(1-\frac{\text{反応時の SH}}{\text{初めの SH}}\right)\times 100$。対照として，T. M. A. O. の代りに酸素を除いた蒸留水を用いて，それぞれ 37°C 及び 100°C に放置した。

これらの結果は Fig. 5 及び Fig. 6 に示す如くである。即ち 37°C では殆んど酸化を受けず，対照と殆んど同結果を示す事から，むしろ自動酸化の影響を受けている。しかしながら 100°C では SH 基はいずれも速かに酸化される事が分つた。

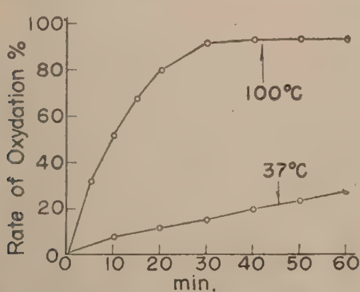


Fig. 5. Oxydation of cystein by T.M.A.O. at 37°C. and 100 °C.,

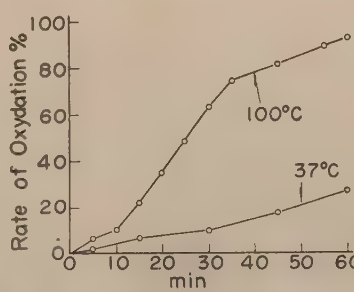


Fig. 6. Oxydation of thioglycolic acid by T. M. A. O. at 37°C and 100°C.,

結　　　論

1. 一般に加熱した魚肉汁は，ボツリヌスE型菌の発育を可能ならしめるような安定した O. R. P. を保

ち，また菌の生育中における終局電位も低下する。

2. イカのように T.M.A.O. の多い魚肉では，加熱した際 SH 基の酸化が起り，二次的に O.R.P. [illegible]上昇し，菌の発育が抑制される。

3. ボツリスス菌は T.M.A.O. 還元能を有する。従つて T.M.A.O. の多い魚肉でも，加熱した場合は発育は可能である。

4 魚肉の自己消化並びに腐敗初期に，O.R.P. の急激た低下が起り，ボツリヌスE型菌の発育並びに毒素産生の起る事を実験的に確めた。

5. SH 化合物は T.M.A.O. により酸化されるが，37°C では殆んど影響なく，100°C で速かに酸化される。

終りに当り，本研究の端緒を与えられた本研究所長中村豊博士，並びに材料その他有益なる[illegible]た飯田広夫博士，神沢謙三技師に厚く感謝致します。

文　献

1) 中村 等： 北海道立衛生研究所報 (1952).
2) C. E. Dolman: *Can. J. Pub. H.*, **41**, 215 (1950).
3) Y. Nakamura *et al*: *Jap. J. Med. Sci. & Biol.*, **9**, 45 (1956).
4) E. Lepper & C. J. Marpin: *Brit. J. Exp. Path.*, **10**, 327 (1929).
5) D. W. Watson: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **4**, 252 (1939).
6) C. H. Castell: *ibid.*, **7**, 567 (1950).
7) A. J. Wood & E. A. Baird: *ibid.*, **6** (2), 194 (1943).
8) D. Ackermann *et al*: *Ber. Deut. Chem. Ges.*, 2750 (1926).
9) 梶田： 生化学, **26**, 547 (1954).

揮発酸の溜出比による鮮度判定法の研究—VIII*

揮発酸の魚肉中における形態について

浅　川　末　三
(広島大学水産学科)

Studies on Freshness Determination of Fish Meat by the Distillation Ratio of Volatile Acids—VIII. On the Form of Volatile Acids in Fish Meat

Suezo ASAKAWA

The present study was carried out to survey the form of volatile fatty acids and its change during the deterioration of fish meat. Using the minced meat of a kind of bule fin tuna as a test material, volatile acids were fractionated into free, salt and ester forms according to the procedure given in Fig. 1. The fractions obtained were further examined on their component fatty acids by paper chromatography. The results are summarized in Table 1 and 2.

Among three forms, the salt form was most abundant through all stages of deterioration. The proportion of these forms and the pattern of component fatty acids were observed to vary according to the freshness of meat. In the chromatographic study it was suggested that the component fatty acids in the free and salt forms were gradually replaced by the higher volatile acids with the progress of deterioration. In the ester form, the presence of higher acids ($>C_6$) was presumed.

第IV報[1] にて著者は，硫酸々性下の水蒸気蒸溜により溜出される揮発酸は魚肉中にて遊離状態と結合状態とで存在しており，前者は容易に溜出され且つ鮮度良好魚肉ほどその含有量が少なく，後者は魚肉成分に結合或は包合（包蔵）されていて溜出も現象的には阻害される如くに見え，且つ鮮度良好魚肉ほど含有量が前者よりも多いため，鮮度良好魚肉の溜出比は 100 以上になることを論じた。

この意味における所謂遊離状態の揮発酸の形態としては遊離型の他に塩類型とエステル型とが考えられる。はたして魚肉中にこれらの型で揮発酸が存在するものか，もし存在するならば，それらの含有割合はどの様であるかを知る為に実験を行つた。その結果これらの三つの型の存在を確かめ，又その割合は魚肉鮮度により相違することを知つたのでこゝに報告する。

実験材料と方法

材料：市場より購入した氷詰のインドマグロ（クロマグロの一種，学名未定）の腹腔より後方左側の普通肉のみを材料とし，3 mm 目の肉ひき器を一回通し石川式播潰機にて充分に混じた擂肉を 340 g ずつ大型シャーレに分取し，蓋をして −15°C の冷蔵庫に保管した。直ちに実験に供した試料（試料A）以外は全て凍結品を順次取り出し，ふ卵器内にて解凍後室内又はふ卵器内に放置し，適当に鮮度を低下せしめて各試料とした。即ち 20〜30°C に約 20 時間放置したもの（試料B），27〜30°C に 3 日間放置したもの（試料C）及び 30〜35°C に 3 日間放置したもの（試料D）で，更に磨砕混合して下記定量用肉を採取した。

揮発性塩基態窒素（V—N）の定量法：試料 1.0 g を採取し三塩化酢酸液と共にホモゲナイズした濾液につき，微量拡散装置を用い硼酸吸収法で定量し mg % を算出した。

溜出比（D. R.）の測定法：第II報[2] の装置と条件に従つた。

三つの型の分別と定量法：片山ら[3] が海藻の揮発成分を分割した方法及び津郷ら[4] がチーズよりの揮発性

1957 年 8 月 30 日受理

* 1957 年 4 月 4 日　日本水産学会年会（東京）にて概要を発表した。

脂肪酸の形態を区分した方法を参考とし，先ず各試料 300 g を Fig. 1 の如くに処理して遊離型，塩類型並びにエステル型を分別する。次に夫々を硫酸々性下で水蒸気蒸溜に附す。この場合蒸溜液はいずれも約 500 cc に調整し濃硫酸 25 ccを添加した。溜出液 1.5 l を集め N/10 NaOH で終点 pH 7.2 まで中和滴定をなしその cc 数をもつて各型の酸量とした。

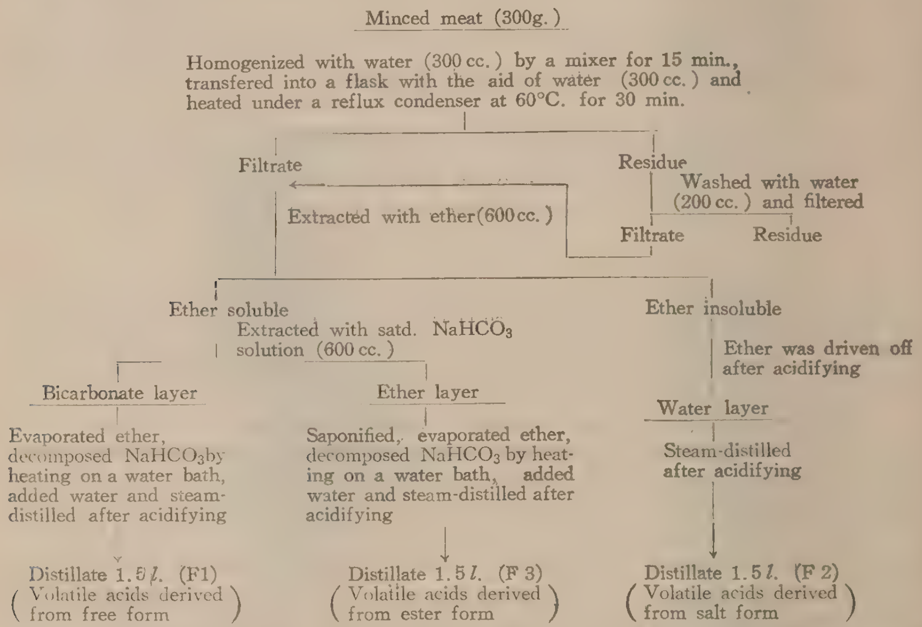


Fig. 1. Fractionation of volatile acids in fish meat into three forms

揮発酸の同定：各試料より分別した F 1, F 2 及び F3 (Fig. 1 参照) の上記中和液約 1.5 l を減圧濃縮し更に乾固し，デシケーター内で充分に脱水した後ヒドロオキザム酸となし，第 Ⅶ 報[5] 記載と同様にペーパークロマトグラフィーによつて低級揮発酸の同定を行つた。

実験結果と考察

供試時の各試料肉の状態観察，並びに V−N, D. R, pH (Fig. 1 第一段階の水浸液を試験紙にて測定) 及び三つの型を分別し夫々の酸量を求めた結果を Table 1 に示す。

Table 1 に見る如く，試料 A，B，C 及び D は，第 Ⅶ 報にて提案した D.R. による鮮度判定規準によれば，夫々鮮度普通，鮮度不良，初期腐敗及び後期腐敗に相当し，これらは又官能検査や V−N 等と対応してこの規準が矛盾しないことを今回も確認出来る。

さてこの様に鮮度差のある同一魚肉試料より分別した各区分 (F 1, F2 及び F3) の揮発酸含有量は，表中滴定 cc 数で示される如く F2 即ち塩類型よりのものが鮮度にかかわらず常に多く且つ鮮度低下に伴つて著しく増大した。F1 即ち遊離型よりの揮発酸も鮮度低下に従つて増加の傾向が見られるが塩類型ほどには著しくない。F3 即ちエステル型よりの酸は一時増加するが腐敗するに従つて減少した。

しかしてこれら三つの型の含有割合（表中カッコ内の%は構成脂肪酸の種類が同一ではないから厳密な割合とは云えないが一応これをもとにして考える）は，F1 と F2 は鮮度低下に従つて一時増加し更に減少し，F2 はこれと対照的に一時減少後増加の傾向を示している。即ち鮮度の良い時期には塩類型が大半を占め遊離型は非常に少なく，エステル型は遊離型よりもやゝ多く含まれ，鮮度は低下したがまだ腐敗とはいい切れない時期には遊離型が増加し又エステル型も増して三者の割合が近づき，更に腐敗時期に入ると遊離型に

Table 1. Change of volatile acids in the deterioration of fish meat

Samples*		A	B	C	D
Colour of meat		Dark red	Red	Brown	Yellowish brown
Odour of meat		Fresh	Slightly acid	Barely putrid	Ammoniacal
Volatile-N (mg. %)		19.6	24.6	31.6	146
pH		6.2 (M.R.)	6.1 (M.R.)	6.4 (M.R.)	8.0 (C.R.)
D. R.		120	108	87	60
Judgement of freshness		Common freshness	Inferior freshness	Early stage of spoilage	Advanced stage of spoilage
Acidity**	F1	1.0 (8)	6.4 (26)	6.7 (21)	28.3 (17)
	F2	10.5 (81)	12.8 (53)	20.1 (64)	132.3 (81)
	F3	1.5 (11)	5.1 (21)	4.6 (15)	3.0 (2)

* The minced tuna meat was used as a starting material (Sample A). This material was stored at −15°C. in the frozen state and a portion was respectively extracted after standing at 20∼30°C. for about 20 hrs. (Sample B), at 27∼30°C. for 3 days (Sample C) and at 30∼35°C. for 3 days (Sample D).

** Titration volume cc. of N/10 NaOH soln. to neutralize F1, F2 and F3 in Fig. 1. Figures in parenthesis represent the percentage.

Table 2. Detection of volatile acid by paper chromatography (Hydroxamate method, ascending at 16∼22°C. for 16 hrs.)

Samples**		A		B		C		D	
Fraction**	Acid	Spot	Rf	Spot	Rt	Spot	Rf	Spot	Rf
F1	Valeric	−		−		±	0.88	+	0.89
	Butylic	−		±	0.76	+	0.78	++	0.78
	Propionic	±	0.62	±	0.64	+	0.64	++	0.65
	Acetic	+	0.49	++	0.47	+++	0.46	+++	0.47
	Formic	+	0.35	±	0.38	±	0.38	−	
F2	Valeric	−		±	0.85	±	0.88	+	0.87
	Butylic	+	0.77	+	0.77	+	0.78	++	0.76
	Propionic	+	0.63	+	0.65	++	0.65	+++	0.64
	Acetic	+++	0.46	+++	0.48	+++	0.49	+++	0.46
	Formic	++	0.37	+	0.38	±	0.38	−	
F3	Valeric	−		−		−		−	
	Butylic	−		−		−		−	
	Propionic	−		−		−		−	
	Acetic	+	0.43	−		−		−	
	Formic	±	0.38	−		−		−	

Spot colour intensity ; − negative, ± doubtful, +∼+++ positive. *See Table 1. **See Fig. 1.

大差ないが塩類型が増し，エステル型が減じるものと云えそうである。

こゝに注目すべきは，腐敗期とそれ以前とでは各型特に塩類型とエステル型の割合の増減傾向が逆になること，及び鮮度の良い時期にはエステル型が遊離型よりも含量がやゝ多いが不良になると逆になることである。これらの点は，魚肉の腐敗前と腐敗期とで揮発酸の生成原因が異ることを示しているのではあるまいか。

次に三つの型の質的動向を調べる為に，各試料より分別した夫々の型につき揮発酸の同定を行つて Table 2 を得た。

Table 2 によると，F1 及び F2 は試料鮮度の低下に伴つて酸組成が高級側に移動をしている。このことは既に第 Ⅶ 報でも認められた点で，それは量的に最も多い F2 の動向に支配されていたことが本実験で判明した。又腐敗期に入ると蟻酸が次第に姿を消すことも再確認することが出来た。

しかし F3 においては，鮮度普通の試料Aにのみ酢酸と蟻酸（二回展開中一つは－他は＋）が僅かに認め

られた以外他の試料においては低級酸が全て検出できなかつた。このことについては、展開時にヒドロオキザム酸に合成した展開溶液を第二塩化鉄濾紙に接すると僅かではあるが明らかに赤紫色を呈したこと，並びにTable 1にて例えばカプロン酸に換算して試料内300 g中に夫々試料Aで約17.4 mg，試料Bで約59.2 mg，試料Cで約53.4 mg，及び試料Dで約34.8 mgと算出されることより，展開検出が出来ない微量の低級酸が存在するほか本法では同定出来ない相当量の高級酸が存在しているものと想像される。(いかなる高級揮発酸かは試料僅少の為に確認実験をしなかつた。)

低級酸のエステルの存在が鮮度普通試料にのみ僅かではあるが認められたのに反し，鮮度の低下した試料では全て認められなかつたことに対する説明は，本実験だけでは出来ない。又魚肉中には或る種の高級揮発酸のエステルが存在しており，且つその酸組成も遊離型，塩類型の如くに魚肉鮮度に関連して変化するのではあるまいかと思われるが今後の実験にまち度いと考えている。

摘　　要

1. インドマグロの普通肉を材料とし，水蒸気蒸溜により容易に溜出すべき揮発酸が魚肉中にて遊離型，塩類型及びエステル型等をなして存在することを見た。

2. この三つの型の含有割合は，遊離型とエステル型は魚肉鮮度の低下に従つて一時増加し更に減少を示し，塩類型は量的には常に最も多くその含有割合の増減は前二者と対照的であつた。

3. 遊離型と塩類型とは，鮮度低下に従つて酸組成が高級側に移動し蟻酸は次第に消失した。これは既に第 VII 報[5]にて認めた結果と一致した。エステル型には高級揮発酸のエステルの存在が推測された。

文　　献

1) 浅川末三：本誌，18，162 (1953).
2) ——：本誌，19，124 (1953).
3) 片山輝久，富山哲夫：本誌，17，122 (1951).
4) 津郷友吉，今村経明：農化，27，838 (1953).
5) 浅川末三：本誌，20，158 (1954).

魚肉蛋白に関するポーラログラフ的研究—予報

菊池武昭・平野敏行・岡田郁之助
（東京水産大学化学教室）

Polarographic studies of proteins contained in fish—Preliminary report

Takeaki KIKUCHI, Toshiyuki HIRANO and Ikunosuke OKADA

Many of the papers have been published on the subject of polarographic studies of proteins, but the polarographic characteristics of proteins contained in fish muscle are not known so far. So, in the present paper, the authors tried the application of polarographic protein wave to the studies of proteins contained in fish muscle, blood and internal organs.

The following subjects are preliminary experimented and obtained hopeful results:

1) Difference of polarographic protein wave in the species of aquatic animal.
2) Difference of polarographic protein wave between common muscle and dark-colored muscle.
3) Determination of the freshness.
4) Denaturation of protein during the r-ray irradiation.

緒　　言

著者等の研究室では以前より水産動植物成分の追求にポーラログラフ法を用いて研究して来たが魚肉蛋白に関する研究もポーラログラフ法によつて行い得ると考えた。ポーラログラフ法によつて蛋白を扱う場合は接触還元波を使用するが，これは一般の無機，有機物を定性，定量する場合と異り特殊の部類に入り基礎的研究も未だ充分には行われて居らぬので，応用面も観察を主体とした結果が得られている程度である。この応用面を少しでも拡げ得れば幸と思い水産動物肉蛋白へのポーラログラフ接触還元波の応用を試みた。

接触還元波は Prenatrium wave，蛋白波，シスチン波の３者に大別されるが Co 塩を含む NH_4Cl，NH_4OH 緩衝液中で現れる後２者を研究の対象とする事が多い。これには癌診断への蛋白波の応用，生体材料中の成分蛋白波及びシスチン波による応用研究 [1～5] がある。水産動物肉蛋白を扱つた例は全くないが，蛋白波シスチン波を応用すれば魚種により，又魚肉の部位により組成の蛋白質，アミノ酸等が異りその差異がポーラログラムに現れると考えた。又蛋白質が変性を起す場合にもポーラログラムに差異が現れ変性の程度を知るのに役立つであらうとも考え次に記すような題目を研究する事とした。

1) 水産動物の種類による差異。
2) 水産動物組織肉の部位による差異。
3) 鮮度判定への応用。
4) 冷凍冷蔵保存中，γ-線による殺菌中等に於ける蛋白の変化。

ここではこれらの研究が可能であるか否かという点に中心を置いて実験を行つた結果について述べる。

実 験 の 部

(1) 水産動物の種類の相異をポーラログラフ波によつて考察する試みは，カツオとハマグリの比較を組織肉の水抽出液について行つた。水抽出液にコバルト緩衝液（0.001M $CoCl_2$，0.1M NH_4Cl，0.1M NH_4OH 組成）を加えてポーラログラムを求めた結果，図の一部 A，A4 に示す如く両者間に波形の相異を認めた。別に同一条件で行つたマグロ，ブリ，サバ，アジ，サンマの如き一般の魚類においてはカツオと類似の波をアサリ，シジミ，カキ，アカガイ等の貝類においてはハマグリと類似を得た。ここに得られたポーラログラムは組織肉の水抽出液を試料とし $CoCl_2$ を含む緩衝液を基礎液として用いて求めているので，所謂蛋白波とシ

1957 年 8 月 30 日受理

スチン波が共存し互に干渉し合つた結果が現れている事も考えられるが，このように種類の離れたものについてはその差異が得られるように思う。ここでは一般の魚類間の差異は得られなかつたが適当な手段を講ずればそれらの間の差異も得られるようになるかも知れない。

(2) 水産動物組織肉の部位による相異は血合肉と普通肉の相異を調べて見た。カツオ生肉を用い血合肉と普通肉の部分を別々に同一条件で水抽出を行つた。この濾液に，コバルト緩衝液（0.001M $CoCl_2$, 0.1M NH_4Cl, 0.1M NH_4OH 組成）を加えて求めたポーラログラムを比較した。その結果は図の一部 A2, A4 に示す如く，血合肉水抽出液の場合は極大を伴はぬ2重波の傾向を有する波を，普通肉の場合は極大を伴う1段波を得た。

これらの抽出液中には蛋白波（又はシスチン波）に干渉する物質が含まれているように思われたので典型的な蛋白波を示すアルブミン溶液に少量の抽出液を加えてポーラログラムを求めたところ，図 A1, A3 の如くアルブミン蛋白波形が崩れ，波高が減少する事が観察された。この傾向は普通肉の場合強く現れるようであつた。この干渉の原因は不明であるが或種のアミノ酸はシスチン波を妨害する事が知られているので[6]，それらの影響によるのではないかと思う。普通肉における極大を伴う1段波，血合肉における極大を伴わぬ2重波の傾向を有するポーラログラムは，含有される蛋白質の中ポーラログラムに現れるものの量的な差が原因するものか，又は両者共所謂蛋白波の2重波が現れるべきところを普通肉の方が干渉する物質を多く含むため結果としては1段波を生ずるという2つの考え方があると思うが，ここでは吟味を行つていないのではつきりした事は云えない。数多くの試料について基礎液を変え，方法を変えて実験を行えば，普通肉と血合肉の含有蛋白の性質，量，ポーラログラフ波に干渉する物質の性質，量等を攻究する手段に利用出来るのではないかと思う。

(3) 鮮度判定への応用の試みは鮮度低下に伴う SH の変化をポーラログラムに求める事を目的とした。ここでは生イカ肉を試料とし，その水抽出液について“濾液反応”の操作により，0.1.3.5 日後（放置温度7～12°C）のポーラログラムを求めて比較考察した。“濾液反応”は概ね標準法に従つた。即ち生いか肉50倍水抽出液 5.0cc に1N KOH 1.0cc を加え 20°C に正しく30分間放置，後20%スルフオサリチル酸溶液2.0cc を加え 20°C に正しく10分間放置して部分的に除蛋白し，その濾液に5倍量の基礎液を加えてポーラログラムを求めた。試料の蛋白濃度が低いので基礎液の NH_4OH 濃度を高くするのが通常である。ここでは0.001M Luteo 塩，0.1M NH_4Cl, 0.8M NH_4OH 組成のものを使用した。

鮮度低下によるポーラログラムの変化は図の一部 B0～B5 に示した。この場合基礎液に Luteo 塩を使用しているので，シスチン波を示すような低分子の物質は現れるから，イカ肉蛋白による波と考えてよいと思う。鮮度低下に伴つてこの蛋白波高は増加している。2重波を第Ⅰ波，第Ⅱ波にわけて見ると，鮮度低下に従つて第Ⅱ波の著しく増加する事が判る。癌の診断では血清の蛋白波を濾液反応によつて求め，第Ⅰ波及び第Ⅱ波の波高よりその比率 Ⅱ/Ⅰ によつて臨床的診断に好結果を得，その原因を患者の血清に於ける SH の変化によると説明しているが，鮮度低下における場合も同様な解釈をしてもよいように思われる。蛋白波高の増加，第Ⅰ波と第Ⅱ波の比率によつて鮮度の良否を決定する事が出来るようになるかも知れない。

(4) γ-線照射蛋白の変性についての試みは，魚肉その他蛋白含有物の広い意味での変性をポーラログラフ波によつて研究したいという著者等の希望の一端である。

γ-線照射による蛋白の変性をとりあげたのは，この研究例が少い事，γ-線による蛋白の変性が著しくポーログラムとして現す場合その差異が容易に現れるであろうと考えたからである。それが可能であれば他の変性度の少い例についても手を伸したいという希望である。

ポーラログラフ法によつて蛋白の変性を扱つた例は比較的多く，紫外線[7)8)9)]，レントゲン線[10)] 照射による変性の研究がある。γ-線に関する報告はないが，その研究法は紫外線レントゲン線の場合とほぼ同様に行えば可能であると考えた。

変性を扱う場合は試料の吟味が必要であるが，ここでは容易に多量入手し得る屠殺直後の牛生血清を用いた。屠殺直後の血清を50倍量迄水で稀釈し，アンプルに封じ科学研究所の Co^{60} 100C を線源としてγ-線を照射し(322,000r)，照射稀釈血清を(3)項に述べた濾液反応の操作によつてポーラログラムを求め，照射前及び照射のものと同一条件に置いた未照射のものと比較を行つた。図の一部 C1～C2 に示す如く γ-線照射のものは特異な蛋白波の増加を見た。対照との差が大きく，照射時間中 γ-線以外についての変化は，この条件で

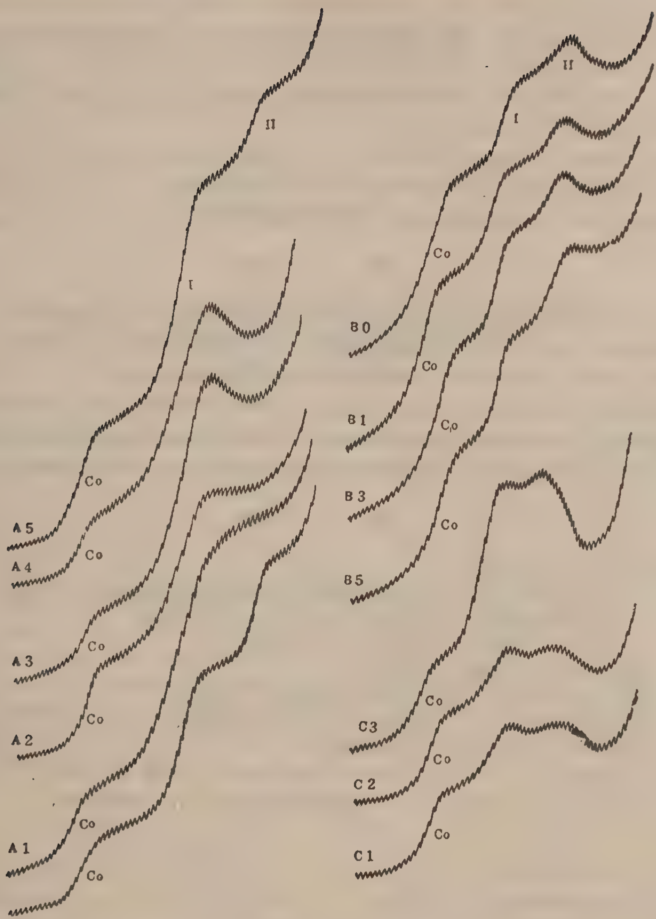


Fig. Polarographic protein wave (representative)

A, A4, difference in the species of aquatic animal. A, extractives of *Meretrix meretrix lusoria* (Gmelin) ; A4, extractives of *Katsuwonus pelamis* Linne.

A1–A5, Comparison of common muscle and dark colored muscle of *Katsnwqnus pelamis* Linne. A1, extractives of dark colored muscle +0. 2% albumin soln. ; A2, extractives of dark colored muscle ; A3, extractives of common muscle +0. 2% albumin soln. ; A4, extractives of common muscle ; A5, 0. 2% albumin soln.

The electrolytic soln. was prepared by the addition of 0. 001M $CoCl_2$, 0. 1M NH_4Cl, 0. 1M NH_4OH buffer soln.

B0–B5, Change of the protein wave height with the freshness, 0, 1, 3, 5 are the number of days elapsed at 7~12°C. The water extracts of cuttle fish meat was used for this experiment, and applied the filtrate reaction technique.

C1–3, effect of γ-ray radiation to the dil. serum. C1, initial ; C2, Control ; C3, irradiated 322, 000r. These polarograms were applied the filtrate reaction technique.

見られないので，蛋白波の増加は γ- 線による蛋白の変性によつて起つたと考えてよいように思う。

γ- 線照射量による蛋白波の変化，稀釈血清と未稀釈血清に於ける γ- 線照射の影響の差異等も研究し得るように思われたが，これらはまとめて後に報告したいと考えている。牛血清でこのような差異が得られるので魚肉を殺菌の目的で γ- 線を照射した場合の蛋白の変性，更に進んで冷凍，冷蔵中，加熱加工中の蛋白の変性も追求出来るのではないかと推察している。

以上の如く本報では簡単に魚肉の研究にポーラログラフ蛋白波の応用を試みた例について述べたが，魚肉を扱つて蛋白波を求める測定条件その他に吟味すべき点が多く残されているので，次報に蛋白波の測定条件についての実験結果を述べ，順次各項目についての詳細な結果を報告したいと考えている。

摘　　　要

1) ポーラログラフ接触還元波を魚肉蛋白の研究に応用する事を試みその可能性を認めた。

2) 予備実験の結果，ポーラログラフ接触還元波により，水産動物の種類による相異，魚肉の部位による相異，鮮度判定への応用，蛋白の変性等の研究が可能である事が認められた。

終りに臨み本研究を行うに当り御懇篤な御指導を賜つた京都大学教授館勇博士，有益な御忠言を頂いた本学助教授小坂部勇博士，東海区水産研究所松本重一郎氏，実験に御援助を頂いた大貫晃，美濃島宏治の諸氏に深甚の謝意を表す。本研究の一部は文部省科学研究費によつた。附記して謝意を表する。

文　　　献

1) 秦：食研報告 No. 6, 45 (1951).
2) Sticks, W. and Kolthoff, I. M.: International Polarography Congress, Prague, **1**, 386 (1951).
3) Hamamoto, E: Monatschrift f. Kinderheilkunde, **81**, 37 (1942).
4) Tropp, C. et al: Z. Physiol. Chem, **262**, 210 (1939).
5) Tropp, C. et al: ibid, **275**, 80 (1942).
6) 例えば，館勇：ポーラログラフイー P. 392 岩波書店 (1954).
7) Wenig, K. and Jirovec, O.: Biochem. Z. **295**, 405 (1938).
8) Schmidt, H. W.: ibid, **306**, 167 (1940).
9) Fiala, S.: Chem Listy, **40**, 82 (1946), Biochem. Z., **318**, 67 (1947).
10) Heeren, J. P. and Seuberling, O.: Strahlentherapie, **67**, 130 (1940),

貝類蛋白質の研究-IV
熱非凝固区分について

馬　場　春　夫
(国立栄養研究所)

Studies on the Proteins of Shell-Fish—IV
On the Non-Heat-Coagulable Fractions

Haruo BABA

Non-heat-coagulable protein was isolated from muscle extracts of *Meretrix meretrix*, *Mactra sulcataria*, and *Atrina Japonicum*, respectively. Content of this proteinous material in muscle as well as contents of nitrogen and reducing substance in the material was estimated (Table 1). The paper-electrophoretic analysis revealed that the material consisted at least of three subfractions with different mobilities. From these three, one having zero mobility was precipitated with acetic acid. It was found furthermore that the heat-coagulable components of muscle extracted with a buffer solution of low ionic strength (μ=0.1, pH 7.8) turned noncoagulable when dialyzed for short time (about 3 hours) against the same buffer solution as the above extractant. Whereas the paper-electrophoretic behaviours remained unchanged after such dialysis, the coagulability of these components changed to a high degree. These non-coagulable matters were found to be of low mobility, while the coagulated porteins showed no mobility as expected. Molecular event leading to the said loss of coagulability is not clear as yet, though the loss seems to be connected mcre or less intimately with pH of the dialysate.

緒　言

著者はハマグリ *Meretrix meretrix* の筋肉蛋白のイオン強度を異にする抽出物について熱凝固性成分を去した上澄が比較的強いビユレット反応陽性を有することを認めた．貝類の熱非凝固性蛋白質の例としてカタツムリの粘液中に於けるムチンの存在が報告されている[1]．魚肉中の非凝固区分については森，浅川がコイ肉からミオプロティドを分離しているが貝類の筋肉に於ける此種区分の存在についてはこれといつ研究は見当らない．そこで著者は二三の種類の貝肉についてその加熱上澄から熱非凝固性蛋白様物質を分し，且つこの分離物質及び元の加熱上澄中に存在する蛋白質につき電気泳動的挙動並びに熱非凝固性に関る一二の特徴を検討したので，これらの結果について報告する．

実　験　I

稀酢酸によつて沈澱する熱非凝固性区分の分離．—一般に熱によつて凝固を起さない蛋白質としては糖蛋質[3]や前述の魚肉中のミオプロテイドが考えられるが，何れの場合もムチンの或るものを除いては稀酢酸よつて沈澱する．そこで貝類筋肉に存在する非凝固性区分の蛋白質を一応斯様に行動するものと仮定して本森ら[2]によるミオプロテイドの分離法に従つて分離を試みた．

試料：ハマグリ *Meretrix meretrix* の閉殻筋及び足筋，タイラギ *Atrina japonicum*, の閉殻筋，バカイ *Mactra sulcataria* の足筋を使用した．何れも O°C 附近に数時間放置した生貝につき殻を開き筋部分を採取した．

7年8月31日受理

分離法： 上記の貝筋肉試料 20～30g. を取り之と同量の氷冷したイオン強度 (μ) 0.1, pH 7.8 の燐酸緩衝液を少量の海砂とともに加えて良く磨砕し 18 時間 0°～3°C にて抽出後, 3000 r. p. m. にて 1 分間遠心分離し残渣に同量の緩衝液を加え充分攪拌して, 再び遠心分離をくり返し, 上澄を集め, これを沸騰水浴上に 10 分置き, 冷却後遠心分離して熱凝固区分を除き, 斯くして得られた微黄色の上澄に 1% の酢酸を少量ずつ添加 pH 4.5～4.8 となして1夜冷所に置き生成した沈澱を遠心分離して集め, これに蒸溜水並びに 5% アンモニアを加え pH を 8.5～9.0として溶解する. 不溶部があれば更に遠心分離して除き, この上澄について同様沈澱溶解をくり返す. こゝに得た部分を蒸溜水に対して透析し, 外液の一部をとりネスラー試薬を滴下してもアンモニアの反応が出なくなつたら, 内液を定量的に洗い出して約3倍量のアルコールを添加し, 生成する沈澱を遠心分離して集め, アルコールにて数回洗滌をくり返し, デシケーター中にて恒量に達せしめる. こゝに得た区分について N 含量をミクロケルダール法にて測定し, 且つハマグリの閉殻筋の該区分中の還元糖を定量した. これらの諸結果は Table 1 に示す通りである.

Table 1. Protein-like substance precipitated by acetic acid in non-heat-coagulable fraction of shell-fish

Shell-fish	Muscles	Amount in muscle %	Nitrogen content %	Reducing substance % as glucose
ハマグリ *Meretrix meretrix*	Adductor	0.26	11.99	10.64
〃	Foot	0.31	—	—
タイラギ *Atrina japonicum*	Adductor	0.14	11.80	—
バカガイ *Maetra sulcataria*	Foot	0.28	—	—

加熱非凝固区分中酢酸々性で沈澱する区分の存在量は 0.25% 前後, その N 含量は 12% 内外で, これから考えるとミオプロテイドよりも N 含量が低く, むしろ糖蛋白と見なさるべきものの様である. ハマグリの閉殻筋についてこの区分にはグルコースとして計算するとき 10.64% に相当する還元糖が含まれていた.

実 験 II

熱非凝固区分の電気泳動的挙動――実験 I において貝類筋肉の加熱上澄から糖蛋白様の物質が分離されたがこの部分が均一の成分からなるものか, 又この区分以外に上澄中に蛋白質が存在するか否かは明らかでないので, この点を検討するために次の様な実験を行つた. 先ず実験 I に述べた低イオン強度抽出物の加熱上澄について濾紙電気泳動による蛋白成分の分割を試みた.

試料： ハマグリの閉殻筋, 足筋及びタイラギの閉殻筋を実験 I と同条件で使用した.

検液調製並びに泳動： 筋肉 10g, に同量の氷冷燐酸緩衝液 (μ=0.1 pH 7.8) を加えて海沙とともに磨砕, 1夜 0 °Cにて抽出, 3000 r. p. m にて 10 分遠心分離し, 上澄をとり, 更に沸騰水浴上に 10 分おき, 冷却後同様遠心分離して上澄をとり検液とした. これを II 報[4] の方法によつて処理した東洋濾紙 No. 50 を用い, (−) 側支持端から (+) 側へ 3cm よつ

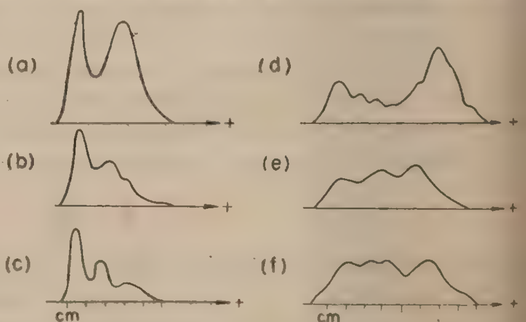


Fig. 1. Paper-electrophoretic diagrams of non-coagulable fraction of muscle extracts of shell-fish in 0.6 mA/cm, pH 7.8, μ 0.1, 5 hrs..
(a) (d) adductor-muscle of *Meretrix*. (total fraction)
(b) (e) 〃 (non-coagulable)
(c) adductor-muscle of *Atriuo*. (〃)
(f) foot-mnscle of *Meretrix* (〃)
(a) (b) (c)……without pretreatment
(d) (e) (f)……with pretreatment

所を原点として室温に於いて濾紙電気泳動を行つた．使用電流 0.6mA/cm．泳動時間は 5 時間である．又 同一抽出部分の加しない区分を検液として併行して泳動を行い対照とした．これの結果はブロムフェノルブルー染色によつて得た泳動図として g. 1 に示す．

次にハマグリ閉殻筋抽出部の加熱上澄から稀酢酸にて沈澱する分を前述の燐酸緩衝液に溶解し，この区分と残余の部分を併行て濾紙電気泳動を行つた．この結果は Fig. 2 に示す通りであ

に見られるように加熱上澄には少くとも三個の分劃が存在し，酸によつて沈澱する区分は全く易動度を示さず，電気泳動的に全く失活した状態にあるらしいが，残余の部分は多少易動度をしている．即ち稀酢酸沈澱部は電気泳動的には均一であるか否明らかでない． そこで更に曽我美ら[5)6)] による turbidometric ation 法を採用して塩析による検討を行つた．検液は以上の実

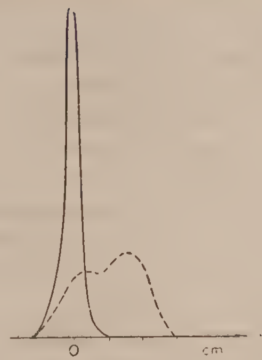
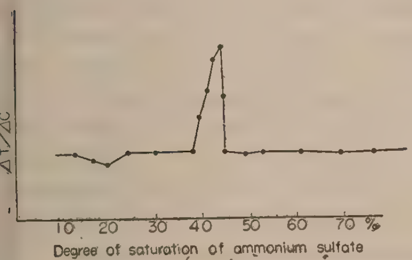


Fig. 2. Paper-electrophoretic diagrams of non-coagulable fraction of clam muscle extract.
—acid precipitate, ···rest, .

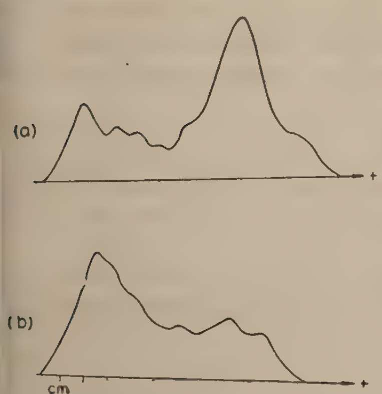
験と同一に調製した． 結果は Fig. 3 に示す通りであつて， この区分は硫安飽和度約 44 % にて塩析される単一成分と考えられる．

実　　験　Ⅲ

透析による熱凝固性の変化——先に行つた低イオン強度抽出部分の濾紙電気泳動の結果によれば，試料を予め透析して置くと分離が容易になることが認められた．そこで試みにハマグリ閉殻筋から調製した試料につき 48 時間透析の効果を検べて見た所，



ig. 3. Turbidometrie titration curve for the fraction precipitated with acetic acid from non-coagulable muscle extracts of clam. ΔT, increment of degree of turbidity. ΔC, increment of saturation degree of $(NH_4)_2SO_4$.



. 4. Paper-electrophoretic diagrams of muscle extracts of clam (a), and non-coagulable fraction (b), after 48 hrs. dialysing against to buffer solution (μ=0.1 pH7.8)

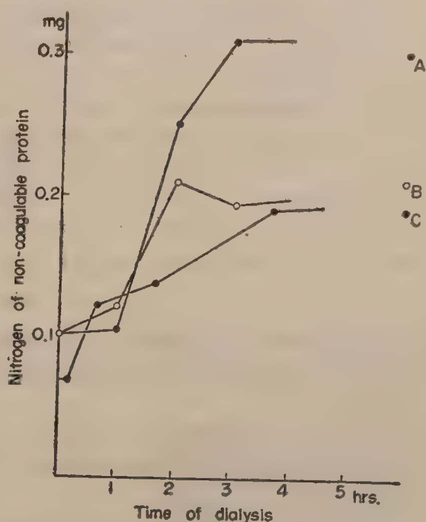


Fig. 5. Examples of the change of heat-coagulability induced by dialysing muscle extracts against a buffer solution (μ=0.1 pH 7.8). Total proteinN : A, 0.30mg. ; B, 0.21mg. ; C, 0.16mg..

斯かる試料は加熱しても殆んど凝固物を与えず，3000 r. p. m. で遠心分離しても極く僅かの沈澱をしか与えなかつた．

この非凝固性区分について前実験と同様の条件下に濾紙電気泳動を行つて得られた結果を Fig. 4 に示す．尚ここには透析処理検液の全区分について得られた結果を対照に用いた．

Fig. 4 を見ると透析試料の加熱上澄には非常に多数の分劃が存在している事がわかる．即ち Fig. 1 に現われた三個の分劃以外に易動度の小さい分劃が多く見られるが彼等は恐らく易動度の大きい区分から加熱によつて派生したものと思はれる．そこでこゝに現われた熱凝固性区分の量的変化を検討した．同一条件の抽出検液につき径 3cm の透析管に張つたセロファン膜を利用して，燐酸緩衝液（$\mu=0.1$ pH 7.8）に対して透析を行つた．一定時間後内液を定量的に洗い出して一定量となし 10 分間加熱してその上澄をとり，非凝固性（又は凝固性）区分にトリクロル酢酸を加えその沈澱について N をミクロケルダール法にて測定した．この結果は Fig. 5 にて示す．

結局抽出液中に存在する凝固区分の大部分は透析開始直後の短時間内に非凝固性に変化する事が判る．しかも透析しても電気泳動的性質には殆んど変化を来さない．

考　　察

以上の実験から貝類筋肉には数種の熱非凝固性蛋白質が存在する事を確かめ，又酢酸によつて沈澱する糖蛋白様物質もこれらの内に含まれる事を見た．しかしこの加熱しても凝固しない蛋白質或いは蛋白質様物質は，魚肉中のミオプロテイドについて Roth[7] が推察している様に，二次的に生成したものとも考えられる．糖蛋白が一般に熱凝固を起さない性質を持つているとしても，こゝに分離された，或いは存在を認められた物質が始めから存在したか否かは，以上の実験のみでは明らかにされない，尚は透析され検液の加熱上澄は加熱処理を行わない検液と比べても或は又未透析検液の加熱上澄と比べても非常に異つた泳動図を示す．透析処理をすると熱凝固性が失われるにも拘らず易動度は却つて減少するように見える．つまり易動度の大きい分劃の大部分が透析処理によつて熱凝固性を喪失したものと思われる．しかしここでも前述の理由から各泳動図の易動度を比較対照しただけでは何れの分劃が始めから熱非凝固性を持つていたのかは明らかに出来ない．又透析による熱凝固性の変化については卵白の熱変性について数多く知見[8,9,10]があるが，其等によると或る種のイオンが除去された場合，或は pH が 9.0 になつた場合に，熱変性率は 0 になり熱凝固性が失われるとされている．貝筋肉の抽出物は水道水に相当時間透析してもこの様な現象は呈さないので，或いは pH の影響が重大なのだとも考えられる．透析した試料検液が電気泳動的には殆んど変化を示さないにも拘わらず，熱凝固性のみが著しい変化を示す事は甚だ興味深い事実である．蛋白の熱凝固の過程を二つに区別して，凝固が起こる以前に蛋白に特殊な変化が生じ，続いて凝固の現象が起きて来る[11]とされているが果してそうとすれば透析した検液を加熱した場合には前段の変化は生じても，今回の実験の pH においては著しい凝集は起りにくいと考えられよう．この実験における透析の条件は濾紙電気泳動の前処理として行つた特殊なものであるが上に得られた事実を更に広く検討するならば，筋組織蛋白の熱凝固-非凝固の変換に関聯する興味ある結果が得られるものと思う．

要　　旨

1．数種の貝類筋肉中の熱非凝固性区分から稀酢酸沈澱性の物質を分離し，その含量，成分について検討した．

2．これら熱非凝固区分の電気泳動的挙動を濾紙電気泳動法によつて検討し，その中に最少 3 個の成分がある事を見た．

3．透析処理により電気泳動的には変化がなくとも，熱凝固性には著しい変化が生ずる事を見た．

4．透析によつて殆んどすべての蛋白質が非凝固性に変化し，しかもその変化は短時間の透析処理によつても生ずる事を見た．

本報の一部は昭和 32 年 4 月日本水産学会で講演した．

文　　献

1）大谷武夫・富士川澪：軟体動物の化学，厚生閣　東京 148 (1943).

2) 森高次郎・浅川末三：本誌，**12**，100（1946）.
3) 赤堀四郎・水島三一郎：蛋白質化学 3．共立出版，東京，224（1955）.
4) 馬場春夫：本誌 **22**，420（1956）
5) 曽我美勝・桃谷好英・井上康夫：化学 **10** 851（1955）.
6) 曽我美勝：日本生理学雑誌 **17** 123（1955）.
7) Roth, E. : *Biochem. Z.* **318**, 74 (1948).
8) Chick, H., Martin, C. J. : *J. physiol.* **45** 161 (1912).
9) Llord, D. J. : Ohemistry of Proteins p 228. churchill. London (1926).
10) 岩狭与三郎：食物化学　共立出版，東京 137（1953）.
11) 赤堀四郎，水島三一郎：蛋白質化学 2，前出 546（1955）.

ねり製品の足に対する澱粉の補強効果-II*
アミロース及びアミロペクチンの影響

岡田 稔・山崎 惇子
（東海区水産研究所）

Enhancing Effect of Starch on Jelly Strength of Fish Meat Jelly-II. Effect of Amylose and Amylopectin

Minoru OKADA and Atsuko YAMAZAKI

In the first paper of this series, it was shown that gelatinization of starch was necessary to enhance jelly strength of fish meat jelly (Kamaboko), and that starch added in Kamaboko, though gelatinized, chiefly existed in the jelly as granules and partly dispersed into meat as amylose.

In the present paper, amylose and amylopectin, the two components of starch, were isolated by an improved SCHOCH's method and their enhancing effect were examined.

Amylose, the unbranched polymer of glucose, enhanced jelly strength of Kamaboko, but its ability was weak compaired with equivalent amount of starch (1g. amylose = 5 g. starch) (Fig. 1).

When amylopectin, the branched component of starch with high molecular weight, was added to meat paste, the paste became more sticky. But Kamaboko prepared from it did not form elastic jelly but brittle one and had less water-holding power (Fig. 2~4). It seemed that amylopectin had no enhancing but rather inhibitive effect on formation of elastic jelly.

The similar effect was shown by starches which were readily dispersable in cold water such as those pregelatinized with alkali, mechanically injured with ball-mill (Fig. 10), or a mixture of amylose and amylopectin with the same proportion as original starch (Fig. 8). In contrast with inhibitive effect of amylopectin, waxy starch, which has a very high amylopectin content (almost 100%), reinforced jelly strength (Fig. 4). Waxy starch did not disperse in cold water and was observed to exist in a granular state in the jelly (Fig. 7).

From these results, it has been deduced that reinforcing ability of starch for jelly strength of Kamaboko is accounted for chiefly by the fact that starch exists as granules in the jelly and partly by action of amylose.

前報[1]においてねり製品の足に対する澱粉の補強効果は澱粉を糊化することによつて現れることを明かにした。そのさい澱粉は複屈折性の消失その他から明かに糊化していると判断されるにも拘らずカマボコ中では生澱粉粒とほぼ同じ大きさの粒として肉中に埋没していること，沃度で青色にそまるアミロースと思われるものが肉中に溶出してくることを観察した。

普通の澱粉は葡萄糖が直鎖状に重合しているアミロース（沃度反応青色，温水に溶け易く冷えると沈澱する）と枝分れして重合しているアミロペクチン（沃度反応赤紫色，熱水に膨潤してゲルになる）の２成分から出来ている。澱粉を水中で加熱するとまず澱粉粒が膨潤してアミロースが溶出し，さらに加熱が進めば膨潤澱粉粒が破れてアミロペクチンも分散するようになり所謂糊が出来る。

従来澱粉の補強効果については糊になつた澱粉が肉蛋白をはりあわせるため足の補強をすると考えられてきた。この観点よりすれば予め澱粉より取出したアミロース，アミロペクチンを加えてやれば糊化の進んだ

1957 年 8 月 31 日受理
* 東海区水産研究所業績 B—第 271 号

状態になるため，普通に澱粉を加えるより強い補強効果を示すことが予想されるが果してどうか。また次の様な疑問もある。普通澱粉を加えた場合カマボコ中に澱粉粒と溶出アミロースとが観察された[1]が補強効果を示すのは肉中に溶出してきているアミロースによるものであろうか。また粒として埋没している澱粉粒はどのような仂きをしているのか。さらに澱粉の枝分れ成分であるアミロペクチンの効果はどのようであろうか。これらのことを明かにするため澱粉よりアミロース，アミロペクチンを分離しおのおのの補強効果を検討してみた。

実　　　験

1. アミロース及びアミロペクチンの調製

澱粉より Schoch 法の改良法[2]によつてアミロース及びアミロペクチンを調製した。即ち澱粉をアルカリで糊化させこれに n-ブタノールを添加，中和後2時間沸騰させ徐冷するとアミロース，ブタノール複合体が沈澱する。この沈澱を集め，ブタノール飽和水で洗つてアミロース試料とした。アミロースは乾燥すると熱水に不溶となるが，稀アルカリには溶けるのでこれを酸で中和すれば水に溶解させることが出来る。しかし本実験で使用するような濃厚溶液（約 30 %）では中和後短時間で老化して水は勿論熱水にも不溶となつてすり身中に分散させることが出来なくなる。このためアミロースをブタノール飽和水中に貯蔵し使用前これを吸引濾過して得られる湿潤物を水に懸濁させて肉中に混和することとした。

アミロース，ブタノール複合体を除いた母液を濃縮し5倍量のエタノールを加えればアミロペクチンが沈澱する。沈澱を乾燥してアミロペクチン試料とした。アミロペクチンは乾燥しても熱水にとけて糊状になるので，糊状にしてからすり身に加えた

2. 実験方法

澱粉は普通アミロース 20 %，アミロペクチン 80 %の組成をもつている。このため普通の澱粉の補強効果とそれに含まれている当量のアミロース，アミロペクチンの補強効果とを比較した。例えば5g の澱粉は1g のアミロース又は4g のアミロペクチンと当量と考えるわけである。クロカワカジキとキハダの精肉とを1：1の割合で混合したものに3%の食塩を加えてすり身をつくりこれに澱粉試料を加えた。アミロース，アミロペクチンを加える場合には水に分散して加えるため対照の普通澱粉にもこれに相当する量の水* を加え，澱粉試料以外のすり身の組成を同じにした。前報[1]同様すり身をケーシングにつめて80°C の湯に 45 分浸漬して加熱を行い，一晩放冷後測定を行つた。補強効果は官能的に検すると共に三宅式ゲロメーターによる物理的測定を行い，また圧搾水分曲線を求めたこと，顕微鏡観察を行つたことは前報[1]と同様である。

実　験　結　果

澱粉には馬鈴薯，小麦の2種類を用いたが同様の結果が得られたので馬鈴薯澱粉の結果について述べる。

1. アミロースの補強効果

澱粉の直鎖成分であるアミロースの補強効果を当量の澱粉（アミロース1g ＝澱粉5g）のそれと比較した (Fig. 1)。その結果アミロースを入れることにより製品の足が強くなることが官能的にはつきり認められ，アミロースが足に対する補強効果をもつことが判る。しかしアミロースを混和した場合には弾力にとみ歯切がよい等対照の普通澱粉とくらべると食味にはつきりした差がみられ補強効果が質的にちがつていると思われる。また物理的測定結果からすると無添加物とのゼリー強度（J. S）の差（補強効果の目安）は当量の澱粉のそれよりも小さい。圧搾水分曲線でも対照の澱粉の場合では無添加試料とくらべて水が出にくくなることがはつきりと認められるのに対し，アミロースの場合には無添加のものと殆んど同じである (Fig. 2)。これらのことからアミロースはカマボコに対する補強効果をもつが普通澱粉とくらべその補強様式がかなり異り補強効果もやや弱いと判断される。なお顕微鏡で観察するとアミロースは小粒（1～10 μ）となつて肉中に分散していることが観察されたが (Fig. 3)，この粒子はヨード染色等により2次的に生成されたものではなく，実験に用いたアミロース試料そのものが調製法の関係でかなり聚合しているためである。

* アミロースを用いた実験では対照試料には水の一部にブタノール飽和水を加えた。

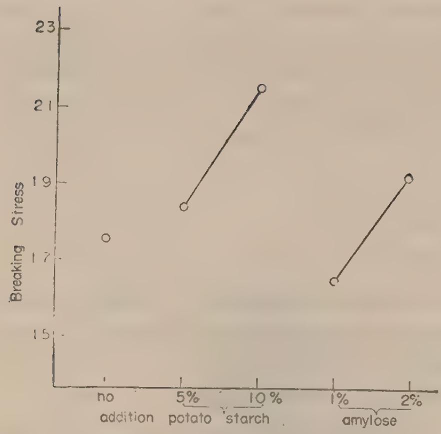


Fig. 1. Enhancing effect of amylose on jelly strength of Kamaboko.
アミロースの補強効果

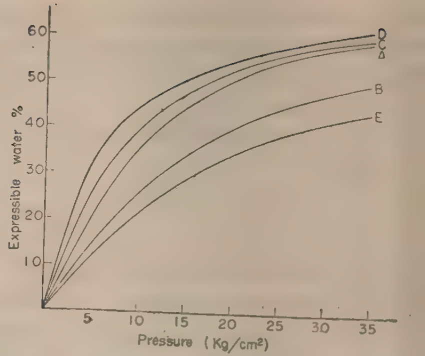


Fig. 2. Expressible water curves of Kamaboko containing different starch samples.
圧搾水，分曲線
A : no addition　無添加
B : 10% potato starch　澱粉
C : 2% amylose　アミロース
D : 8% amylopectin　アミロペクチン
E : 8% waxy rice starch　モチ米澱粉

2. アミロペクチンの補強効果

澱粉の枝分れ成分であるアミロペクチンを当量の澱粉（アミロペクチン 4g ≡澱粉 5g）と補強効果を比較した（Fig. 4)。普通澱粉を加えたものは添加量の増加につれてゼリー強度，硬さをまし，水が出にくくなる等補強効果が物理的測定でも官能的にもはつきり認められるのに対し，アミロペクチンをすり身に加えると非常に粘稠性をますがこれを加熱した試料は対照の無添加のものよりも足がなく切口のきめは荒く（Fig. 5)，押すと容易にくずれて脆く，また水が出やすい (Fig. 2) 等カマボコにならず，ツミレに近い。無添加のものでも一応足の弱いカマボコになることからすればアミロペクチンは足の補強をするどころか，かえつて足の形成を阻害すると判断される。なお Fig. 4 で 4%アミロペクチンの J. S が対照の澱粉にくらべて高く出ているが，これは現在用いている測定器がカマボコの性質を充分に表現しえないためカマボコにならなくても固くしまつた試料では J. S の値が高く出るためである。

モチ澱粉はアミロースを含まずアミロペクチンのみから出来ているが，参考のためモチ米澱粉の補強効果を調べた（Fig. 4)。澱粉より分離したアミロペクチンは足の阻害作用を示すのに対してモチ米澱粉は J. S は高くはないが一応の補強効果を示し，柔い弾力のあるカマボコをつくる。また圧搾水分曲線も分離アミロペクチンは無添加のものよりも却つて高くなる（水と一緒にアミロペクチンが圧出されるためか）のに対しモチ米澱粉では低くなり水が出にくくなる点 (Fig. 2)，澱粉が補強効果をしめす場合の挙動と一致する。なお

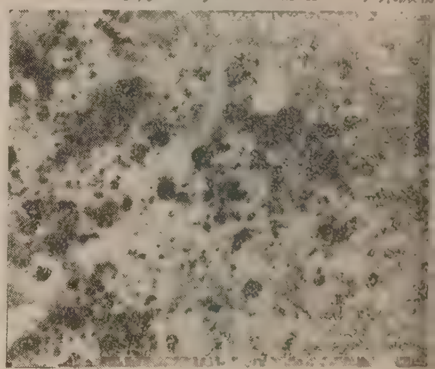


Fig. 3. Amylose sample added in Kamaboko (×670)
カマボコ中の添加アミロース

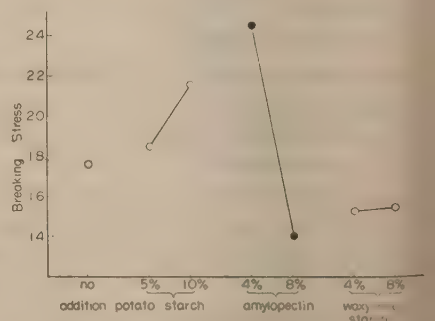


Fig. 4. Enhancing effect of amylopectin and waxy rice starch
アミロペクチン及びモチ米澱粉の補強効果
○ : Elastic jelly　カマボコ（補強作用）
● : Brittle jelly　ツミレ（阻害作用）
Same symbols were used in Fig. 8 and 10

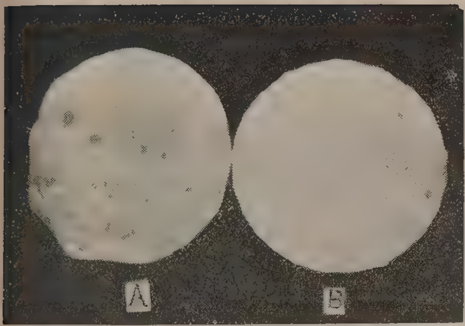


Fig. 5. Interior of Kamaboko made with addition of amylopectine (A) or starch (B).
アミロペクチン(A), 澱粉 (B) 混和カマボコの切口

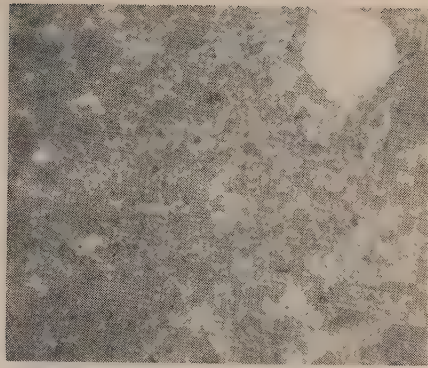


Fig. 6. Amylopectin sample added in Kamaboko. (×670)
カマボコ中の混和アミロペクチン

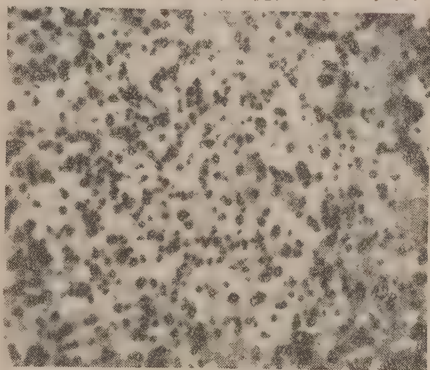


Fig. 7. Waxy rice starch in Kamaboko. (×670)
カマボコ中のモチ米澱粉

顕微鏡観察すると分離アミロペクチンは肉中に均一に分散しているが (Fig. 6), モチ米澱粉は粒 (約 7 μ) として肉中に埋没している (Fig. 7)。

3. アミロース，アミロペクチン混合物の補強効果

アミロースとアミロペクチンをもとの澱粉と同じ割合即ち 1 : 4 に混合したものと，これと同量の澱粉の補強効果を比較した。アミロース，アミロペクチン混合物はアミロペクチン単独の場合と全く同様ですり身の粘度を著しくますが加熱したものは脆く，押せば水がしみ出して容易に砕け，補強効果は全くなく足の形成を阻害する作用をしめす (Fig. 8)。

4. 粒構造を壊した澱粉の補強効果

以上の実験で澱粉より分離したアミロペクチンやアミロース，アミロペクチン混合物が足の補強効果をもたず逆に阻害作用をしめし，一方澱粉粒のまま肉中に混和されるモチ米澱粉，普通澱粉は補強効果を示すことをみたが，この点をさらに確かめるため次のようにして澱粉粒を破壊した澱粉を作りその補強効果を調べた。

A : アルカリ糊化澱粉　澱粉を水に懸濁しこれに苛性ソーダを加えて攪拌しながら加熱，充分糊化させ粒構造を破壊する。塩酸で中和後直ちにすり身に混和する。

B : 破砕澱粉 澱粉をボールミルを使つて破砕する。乾燥時には澱粉粒が若干見られるが水をまぜると粘稠な糊を作り，顕微鏡で観察すると粒が膨潤し，あたかも糊化初期の澱粉粒と同じ外観を示し普通澱粉のようなしつかりした粒構造をもたない (Fig. 9)。

これ等粒構造を破壊した澱粉をすり身に混和すると

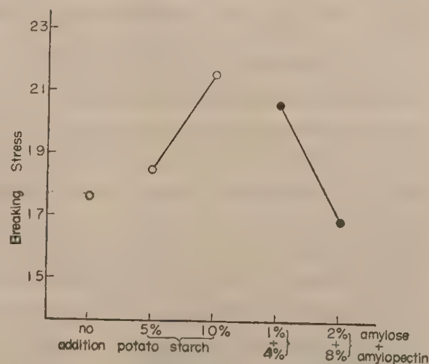


Fig. 8. Enhancing effect of amylose-amylopectin mixture.
アミロース，アミロペクチン混和物の補強効果**

** Fig. 8 及び 10 中で黒丸で示した試料に無添加のものより J.S の高いものがあるが，ツミレ型の試料のため補強効果はないが測定器の関係で J.S が高く出たものである。

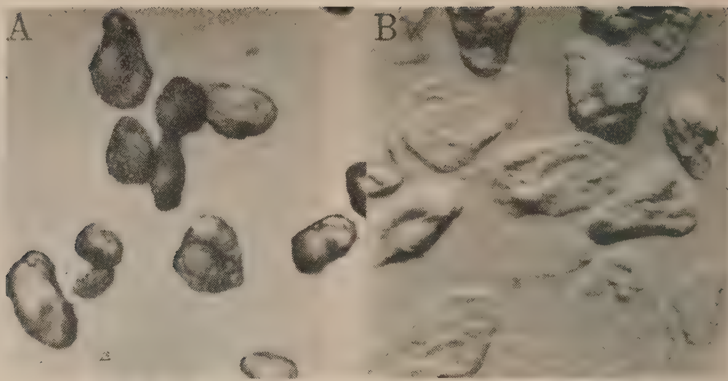


Fig. 9. Mechanically injured starch with ball-mill. (×167)
ボールミル破砕澱粉
A : in air　乾燥状態
B : in cold water　冷水中

すり身は著しく粘稠になるが，加熱したものはカマボコとしての足は全くなく押すと容易にくずれ水が出やすい等アミロペクチン又はアミロース，アミロペクチン混合物で見られたと同様の阻害作用を示す（Fig. 10）。



Fig. 10. Enhancing effect of starch readily dispersable in cold water.
粒構造を壊した澱粉の補強効果**

考　　察

1. アミロースの補強効果

実験の結果から澱粉の直鎖成分であるアミロースがカマボコの足に対して補強効果をもつていることが判る。この結果からすると顕微鏡観察で認められた肉中に溶出しているアミロースが澱粉の補強効果に与つていることが考えられる。しかし当量の澱粉とくらべるとJ.Sは低く，圧搾水分曲線からみて水が出やすい等の差があり，またアミロース混和試料は歯切がよく食味がすぐれている点その補強効果が澱粉のそれと質的にかなりちがつているものと判断される。

この実験では澱粉から分離沈澱させたアミロースをブタノール飽和水中に貯蔵していたものを用い，これを溶解してからすり身に加えることが困難であつたため 1～10 μ のアミロース聚合体としてすり身に混和した。澱粉を混和したカマボコ中ではアミロースがヨード染色した場合 1～3 μ 以下の小粒子として検出されるので，一応分離アミロースのカマボコ中の状態は澱粉を用いた場合のそれとよく似ている。しかし溶解しているアミロースでもヨードを加えるとヨード複合体をつくつて聚合沈澱しやすい性質があるのでカマボコ中でみられるアミロース小粒子は２次的に形成された可能性が大である。このため分離アミロースを加えた本実験が澱粉添加のさいのアミロースの状態を再現しているかにはかなりの疑問がある。

この点からすれば本実験でみられたアミロースの補強効果からアミロースがどの程度まで澱粉の補強効果に与つているかを推測することは難かしいが，アミロースを全くもたないモチ米澱粉でもカマボコの足に対して補強効果をしめすこと（実験２）からすれば，澱粉が補強効果を現すのにアミロースが不可欠なものであるとは考えられない。

2. アミロペクチンの補強効果

澱粉の枝分れ成分であるアミロペクチンを混和するとすり身は非常に粘稠になる。アミロペクチン溶液がかなりの粘性をもつているからであろう。しかしこの粘稠なすり身を加熱した場合アミロペクチンは足の補強効果を現さず逆に足を低下させる。アミロース，アミロペクチン混合物，また粒構造を破壊した澱粉が同

様に足の形成を妨げるのもこれら澱粉試料では水に分散しうる形の多量のアミロペクチンを含んでいるため
と考えられる。

澱粉を加えたカマボコを多数顕微鏡で観察したがアミロースは肉中に溶出してくるが，アミロペクチンが
溶出してくることは認めることは出来なかつた。多分アミロペクチンは肉中に埋没している澱粉粒中に残つ
ているのであろう。本実験結果からするとアミロペクチンが肉中に分散することが足の形成を阻害する原因
ではないかと考えられる。アミロースは足を補強する効果をもつているのに対しアミロペクチンは逆に阻害
作用をするのはなぜであろうか。アミロースは葡萄糖が直鎖状に重合したもので分子量数万という割合に小
さなものであるのに対しアミロペクチンは分子量数十万乃至数百万の巨大分子で多数に枝分れした葡萄糖鎖
をもつている。非常に素朴な考え方であるが，アミロペクチンのもつ大きな，立体的な拡がつた形はカマボ
コの足の本質と考えられる蛋白分子の網状構造を形成するのを幾何学的に邪魔をし，このため阻害作用をす
るのではなかろうか。これに対しアミロースは直鎖状の割合に小さな分子であることから蛋白分子と反応し
て網状構造を作るのに橋渡しをするように仂き補強効果を現すと考えることも出来よう。しかしこの考えは
非常に単純であり実験的根拠もない。またアミロースが網状構造に役立つているとしてもヨード染色したカ
マボコ切片中で小粒として検出されることからすれば蛋白とアミロースの結合はそれほど強いものとも考え
られずどの程度橋渡しの効果があるか疑わしい。このように見ると澱粉の補強効果のすべてをアミロペクチ
ンは勿論補強効果の認められたアミロースでも説明出来そうもない。

3. 澱粉の粒構造の必要性

澱粉を水中で加熱して糊にする場合糊化温度以上になると澱粉粒が膨潤し，アミロースが粒外に出てく
る。さらに加熱がつづけば粒が破れてアミロペクチンも溶出してくるようになり，所謂糊が出来る。従来
澱粉がカマボコの足に対して補強効果をしめすのは糊になつた澱粉が蛋白をはりあわせるためであるとさ
れてきた。澱粉の粒構造をこわしたアルカリ処理澱粉，ボールミル処理澱粉，またアミロース，アミロペク
チン混合物は，すり身に加える前から程度の進んだ糊となつており，顕微鏡観察でも肉中によく分散して
いる。したがつて澱粉の肉蛋白をはりあわせる作用は澱粉をそのまま加えた場合よりも強くなり補強効果も
大きくなることが予想される。しかし実験結果はこの予想と全く反し，澱粉をそのまま加えれば足を強く補
強するが，粒構造を破壊した澱粉やアミロース，アミロペクチン混合物は逆に足を低下させる。また澱粉粒
をつくつているアミロペクチン（モチ米澱粉）は足の補強作用をもつが，澱粉から分離したアミロペクチ
ンは足を阻害する。これらのことからすれば澱粉糊が肉蛋白をはりあわせるために足の補強を行うのではな
く，澱粉粒として肉中に埋没していることで補強効果を現すと考えられる。なぜ澱粉が粒として存在すれば
補強効果を現すのであろうか。澱粉が糊化するにあたつて肉中の水を澱粉粒中にひきこんで固定しカマボコ
の水の状態（水の結合の強弱）を著しく変えることは圧搾水分曲線から（糊化した場合には水が圧し出され
にくくなる）明かである。肉中に澱粉分子が分散している場合でも水を分子のまわりにひきよせ水の状態もか
わるであろうが，圧縮した場合には澱粉溶液として圧し出されてしまう程度であるから澱粉粒として入つて
いる場合の水の状態とは大分ちがつている。このように粒として存在していればカマボコ中の水の状態を大
きくかえることが出来，このことが補強効果と強い関係があるのではあるまいか。また澱粉ゲルの場合には
澱粉粒の機械的強度が大きい場合にゲル強度が強く，粒を破壊したときはゲルとして固らなくなることが知
られている。[3] カマボコの場合にも澱粉粒の強度がその補強効果に大きな影響をもつことが考えられ，粒と
して肉中に存在するときにのみ補強効果をしめすのではないかとも想像出来る。これらの点については今後
研究をすすめてゆくつもりである。

以上のことから澱粉がカマボコの足の補強効果をしめすのは従来考えられてきたように澱粉糊が肉蛋白を
はりあわせるためではなく，澱粉が澱粉粒として肉中に埋没していることがその大きな要因であると考えら
れよう。また肉中に溶出してくるアミロースも補強効果に一部与つているものと考えられる。

本研究を行うにあたりいろいろと御指導戴いた石田正男先生，また御討議戴いた食糧研究所横沢一二，
鈴木繁男，田村太郎の諸氏に心から御礼申し上げる。

要　　約

澱粉よりその構成分であるアミロース及びアミロペクチンを分離しおのおののカマボコの足に対する補強

効果をみた。

直鎖成分であるアミロースはカマボコの足に対して補強効果をしめすが，澱粉と補強の様相をことにする。枝分れ成分であるアミロペクチンは足の形成を妨げカマボコの足を低下させる。しかしアミロペクチンのみから構成されるモチ米澱粉は足を補強する効果をもつ。

すり身に均一に分散し糊としては進んだ状態になるアミロース，アミロペクチン混合物，及びアルカリ糊化，ボールミル粉砕で粒構造を破壊した澱粉はアミロペクチン同様足の形成を妨げカマボコの足を低下させる。

カマボコに混和された澱粉が澱粉粒として肉中に埋没しているときに補強効果がみられ，粒として存在することが補強効果を現すのに極めて重要なことを明かにした。

文献

1) 岡田・山崎：本誌 **22**, 588 (1957)
2) 二国：標準生化学実験 P. 235 文光堂 (1953)
3) J. Hofstee & A. H. De. Willigen : G. W. Scott Blair; "Foodstuff" 1～34 (1953) North-Holand Pub.

イカ肉の特臭に関する研究—IV 雨イカの悪臭酸について

山西 貞・梶川 靖子
(お茶の水女子大学食品化学教室)

Studies on the Characteristic odor of Squid—IV. On the Unpleasant Odorous Acid of Rain Spoilt Dried-squid

Tei YAMANISHI and Yasuko KAJIKAWA

Synopsis

Rain spoilt dried-squid (Surume of low quality) has a bad smell. We have found an acid with strong offensive odor characteristic to rain spoilt dried-squid as a waxy substance. Recently, we have succeeded in isolating the acid in a crystalline form (Fig. 1). Analytical data of the crystalline showed its empirical formula to be C_2H_4O. By the infrared spectrum (Fig. 3) and the paperchromatogram (Table 1), it was concluded that the acid would be oxyhexanoic acid, $C_6H_{12}O_3$.

緒 言

第III報[1]に報告した如く，雨イカの悪臭の主体は一種の固体酸で極めて強烈且，執拗な酸性悪臭を持つている。今回この酸を結晶状にとり出し，精査することが出来たのでここに報告する次第である。

実 験 の 部

1) 悪臭酸の分離

雨イカ 5kg を細断し，70%エタノール 20L で常温浸漬抽出し，抽出液約 15L を得る。抽出液をイオン交換樹脂アンバーライト IRA401 (OH 型) 充填塔を通過させ（抽出液 1.5L に対し樹脂量 100cc）悪臭酸を吸着させる。之を7%NaOH (100cc 樹脂に対し 1.5L) で溶出し，溶出液に conc. HCl を加え pH 1 とした後，エーテル抽出する。抽出液を芒硝で脱水後，エーテルを溜去すると，橙褐色の油状物質が得られる。之を真空デシケーター中に数日放置すると，褐色蠟状物質が析出するから，陶土板にとり，附着している濃褐色液状部を吸収除去する。こゝに得られた淡黄色蠟状物質は，ミクロ融点測定装置で加熱すると 60～65°C で形くづれ，更に温度を上げると 150～160°C で急激に昇華し，無色の輝ける針状結晶として上部ガラス板に附着する。依つて蠟状粗結晶を昇華法により精製した。収量粗結晶として 26mg，之を昇華精製し，針状結晶 18mg を得た。

2) 悪臭酸の性質

i) 結晶： 肉眼的には輝ける針状結晶であるが，顕微鏡下では Fig. 1 の通りである。
エーテル及びアルコールで再結すると蠟状物質となる。

ii) 融点： 蠟状物質は 60～65°C（ミクロ融点測定装置による）で形くづれるが，針状結晶は 150～160°C で急激に昇華する。

iii) 溶解性： 水に難溶，アルコールに可溶，エーテル，及びクロロホルムに易溶。

iv) 臭： 酪酸，イソバレリアン酸及びカプロン酸にそれぞれ若干似ているが，これ等の何れとも明らかに区別し得る強烈且執拗な悪臭である。この酸の附着したものを石鹸その他の洗剤で洗つても完全に臭をとり去ることが出来ない。然し，5%炭酸ソーダその他のアルカリ溶液には容易に完全消臭される。

1957 年 8 月 31 日受理

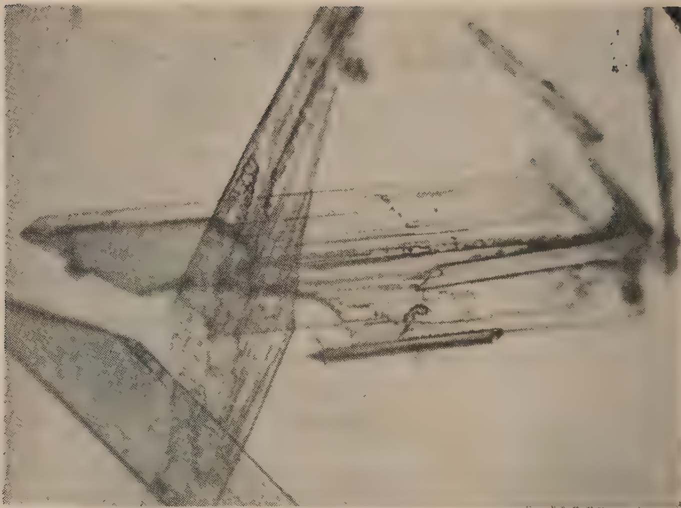


Fig. 1. Crystals of the unpleasant odorous acid of rain spoilt dried-squid (×102.4)

iv）元素分析： 炭水素及び酸素につき分析した結果は次の通りである。

C%	H%	O%
53.68	9.05	39.01

依つて実験式は C_2H_4O となる。

v）ペーパークロマトグラフィー

展開剤として n-ブタノール：酢酸：水（4：1：5）を用い，遊離酸及びヒドロオキザム酸の Rf 値につき他の類似脂肪酸と比較すると Table 1 の通りである。

Table 1. Comparison of Rf value of the unpleasant odorous acid of rain spoilt dried-squid with that of odorous fatty acids

Acid	Rf value of	
	Free acid	Hydroxamate
Unpleasant odorous acid of rain spoilt dried-squid	0.84	0.81
Isobutyric acid	0.70	0.75
Isovaleric acid	0.75	0.80
n-Caproic acid	0.85	0.82

Method：One-dimentional ascending method.
Solvent：n-BuOH：AcOH：H_2O（4：1：5）
Temperature：10°C.
Time of development：20hrs.

この結果より，C数はカプロン酸に近似とみなされる。（脂肪酸の Rf 値は，この展開剤に対してC数小なる程 Rf 値も小となる。）

vi）紫外線吸収スペクトル

Fig. 2 に示す通りで，325mμ に小さな吸収極大が現われた。比較の為カプロン酸（市販品を精溜）の吸収曲線も記載する。

vii）赤外線吸収スペクトル

Fig. 3 に示す通りでこの曲線から，カルボキシル基及びメチレン基4ケ以上の炭素鎖を有することが判定

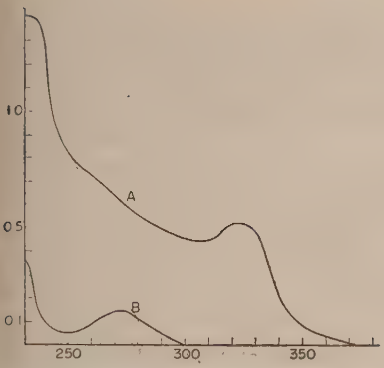


Fig. 2 Ultraviolet absorption spectrum of the unpleasant odorous acid of rain spoilt dreid-squid and n-caproic acid
Note; Curve (A); Unpleasant odorous acid of rain spoilt dreid-squid.
(B); n-Caproic acid.

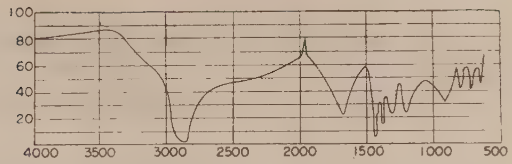


Fig. 3 Infrared spectrum of the unpleasant odorous acid of rain spoilt dried-squid in nujol mull.

される。

3) 悪臭酸の合成的検討

実験式，ペーパークロマトグラフィー及び赤外線吸収スペクトルの結果からこの悪臭酸は $C_6H_{12}O_3$ と考えられるので，この分子式を有するカルボン酸を文献上にしらべると 23 種見出された。この中融点，溶解性，結晶型，昇華性等を比較検討すると最も類似していると思われるものは α-オキシカプロン酸である。依つてこの酸を合成し臭をしらべた。

α-オキシカプロン酸の合成[3]

市販 n- カプロン酸を精溜し，之より常法[2]により α-ブロモカプロン酸を合成した。この α- ブロモカプロン酸 12.2g に炭酸カリ水溶液（炭酸カリ 8.7g を水 60cc にとかす）を加え，還流冷却器下に 8 時間 100°C に加熱する。冷却後稀硫酸（水 10cc に濃硫酸 9.4g）を徐々に加え，酸性となし，エーテル抽出する。エーテル抽出液を芒硝で脱水後，エーテル溜去し残渣を氷冷すると結晶が油状物質中に析出する。低温下に陶土板で油状物質を吸収除去し得られた結晶をエタノールから再結する。　収量約 2g

輝ける鱗片状結晶である。　mp. 58～61°C（ミクロ融点測定装置による）

臭は若干刺戟的な酸臭で，雨イカ悪臭酸とはかなり異つた酸臭である。

$[\alpha]_D^{30} = +16.7°$（c. 2.4，アルコール，クロロホルム 2:1 混液中）

雨イカ悪臭酸の旋光度は試料が僅少の為正確な測定が不可能であつたが，同じ溶媒を用いて測定した結果は極僅かに左旋性であつた。しかしこの点は更に再検討の必要がある。

オキシ酸の味は光学異性体の間にかなりのちがいのあることが示されている。或は臭についても同様のことがあるのではないかと推測され，この点は今後の研究により明かにしたいと考えている。

α-オキシイソカプロン酸（ロイシン酸）； 科研小島氏によりロイシンの亜硝酸処理により得られた α-オキシイソカプロン酸について臭をしらべたが，この臭は弱く，雨イカ悪臭酸とは全く別物であり，又，α-オキシ- n. カプロン酸とも全く異なつた臭であつた。

総　　括

雨イカの悪臭の主体は一種のカルボン酸で，輝ける針状結晶の固体酸として分離された。元素分析の結果は実験式 C_2H_4O に相当し，赤外線吸収スペクトル及びペーパークロマトグラフィーによる検討の結果では $C_6H_{12}O_3$ とみなされた。しかし，合成せるオキシ-n-カプロン酸及び α-オキシイソカプロン酸と比較した所，此等の何れでもなく，雨イカ悪臭酸の臭は此等の何れよりも甚しく悪く且強烈執拗なものであつた。

終りに臨み有益な御教示及び御支援を頂いた東海区水産研究所石田博士，北大教授小幡博士，並びに多量の試料を御送附頂いた北大教授谷川博士に深甚の謝意を表す。

元素分析は東大農芸化学河野氏に，赤外吸収スペクトルは専売公社中央研究所竹下氏にお願した。こゝに厚く感謝する。

又研究費は文部省科学研究助成金及び農林省水産庁応用研究費によつたことを附記し，併せて感謝する。

文　　献

(1) 山西，三浦： 日水誌 **22**，486 (1956)
(2) Gilman : Organic Syntheses vol. 1. 108
(3) P. A. Levene and H. L. Haller : J. B. C. **79**，480 (1928)

魚体鮮度の酵素化学的測定法に関する研究–I

コハク酸脱水素酵素の活性度変化による鮮度測定法について*

福 田 博 業
（宮崎大学農学部水産化学教室）

Enzymatic Method for the Estimation of Freshness of Fish.—I.

Estimation of Freshness of Fish by Determining Activity of Succinic Dehydrogenase of Fish-tissues.

Hironari FUKUDA

The activity of succinic dehydrogenase in fish oragns was found to decrease with deterioration of their freshness. So, present author's method for the determination of succinic dehydrogenase activity with 2,6-Dichlorophenolindo-o-chlorophenol[4),5)] was applied to the estimation of freshness of fish.

The freshness can be expressed by a value of "Freshness-index", which is equal to a values of succinic dehydrogenase activity per one gram of fresh tissue as described in the other report.[4)] Freshness-index of various organs or tissues can be conveniently expressed as for example as E_K, E_L, E_{DM}, etc. for kidney, liver, dark muscle, etc. depending on each tissues tested. The freshness-index value of various tissues will indicate the actual freshness of sample fish as a whole.

従来酵素化学的方法によつて魚体鮮度の測定を行つた研究は少ない。わが国における研究では富山ら[1)]が鰓におけるカタラーゼ作用の増加をもつて魚体鮮度を測定した研究が唯一のものであるが，これは鰓に二次的に増殖した細菌によるものであつて，魚体本来の酵素作用の消長を測定したものではない。この他に森ら[2]が魚肉浸出液による赤血塩の還元速度を測定して鮮度を表わした研究があるけれども，これも魚肉鮮度の低下に伴つて増加する見掛の還元力を測定するものであつて，主として SH 基の増加を示し，特定酵素の活性度の消長を示すものではない。その他に methylene blue の脱色時間を測定する古典的な方法[3]があるがこれも特定の酵素作用を示すものではなく，実用的にも問題にならない。

著者は別報[4),5)]において 2, 6-Dichlorophenolindo-o-chlorophenol を水素受容体とするコハク酸脱水素酵素（以下 Suc. DH と記す）の測定法について研究し，近く報告する予定である。この方法は魚体組織の homogenate について直接に酵素力を測定し得る方法であるが，その後，魚体各部における Suc. DH の活性度が魚体の鮮度低下に伴つて減少してゆくことを知つたので，これを魚体鮮度の測定に応用した。その結果は実用的にも価値あるものと認められたのでその方法について報告する。

実　　験

鮮度測定法としてその実用性を考慮に入れるならば幾分測定精度を犠牲にしても，その方法が簡便迅速であることが望ましい。このような観点から別報[4]でのべる基本的な測定法を多少改変して簡便化した。

1. 測定方法

A. 酵素液の調製　魚体の所定部位（肝，腎，鰓，血合肉等）における組織の一定量（2～5 g）をとり，少量の水を加えて homogenize する。homogenize には 30～50 ml 容の waring blendor を用い，外筒を

1957 年 8 月 31 日受理
* 1957 年日本水産学会年会において発表した。

氷冷しながら 10,000〜15,000 r.p.m. で2分間 homogenize する。これを水でメスシリンダー (50ml)中に洗い込み用いた組織の 10 倍量になるまで水を加える。こうして調製した 10% homogenate を乾いた二重ガーゼで漉し，残渣を除去したものを酵素液として用いる。酵素液は氷冷しておき，調製後 10 分以内に測定に供する。なお使用前に必らず振とうして均質に混和してから測定する。

B. 試薬の調製

1. 0.1 mM DCPICP 色素溶液。Na-2, 6-dichlorophenolind-*o*-chlorophenol 35 mg を水 100 ml にとかし 1 mM 溶液として氷室内に保存する。使用に際してこれを更に水で 10 倍に稀釈し 0.1 mM 溶液として使用する。100 ケの測定に本液 200 ml を用意する。

2. 0.1 M Na-succinate 溶液。結晶コハク酸ソーダ $C_4H_4O_4Na_2 \cdot 6H_2O$ 2.7 g を水にとかして 100 ml とする。100 ケの測定に 200 ml を用意し，氷室中に保存する。

3. 0.1 M KCN 溶液。純 KCN 0.65 g を水にとかし，稀燐酸を加えて pH 7 に中和したのちに水を加えて 100 ml とする。100 ケの測定に 30 ml を用意する。

4. 燐酸緩衝液 (pH 6.7)。0.1M・KH_2PO_4-Na_2HPO_4 (5:5) の緩衝液を用いる。pH は約 6.7 内外とす。100ケの測定に本液 500 ml を要する。

調製した各試薬には夫々に専用のメスピペット（あるいは駒込ピペット）を付しておく。

C. 操作法 吸光度測定には簡単な型式の光電光度計（例東京光電式V型）を用いる。測定波長は 660 mμ のフィルターのみでよい。比色管は径 20 mm，長さ 15 cm の均質の試験管を用いる。光度計はあらかじめ蒸溜水に対して吸光度 O になるように絞りを調節しておく。

反応系の組成は次のように定める。

Reaction mixture	0.1 M KH_2PO_4-Na_2HPO_4 (5:5)	5.0 ml	Total volume ca. 10 ml.
	0.1 M Na-succinate	2.0 〃	React. temp. 20°C.
	0.1 M KCN (neutral)	0.3 〃	React. pH 7.
	0.1 mM DCPICP	2.0 〃	Filtr 660 mμ.
	Enzyme soln. (10% homogenate)	*a* 〃	

比色管 10 本以上を併立しその各々に酵素液以外の反応液所定量を順次に加えてよく混和し，約 20°C の定温器中に保温する。その中から比色管を1本づつ任意に抜き出し，管内の液温を正確に 20°C としたのちに酵素液 *a* ml を starter として加え，速やかに混和したのちに手早く光度計の光路に挿入する。光度計の指針ははじめ急に振れて吸光度の最高に達するが，直ちに降下しはじめる。この吸光度を低下しはじめたときの吸光値 D_0 からストップウォッチをスタートし，D_0 よりも 0.1 だけ低い吸光値 $D_0-0.1$ に達するまでに要する時間 Δt (Sec.) を 1/10 sec. の精度で測定する。このような測定を同一酵素液について 2〜3回，酵素液量 (*a* ml) を変えて測定すると一層正確である。

測定条件は上記の反応系において，測定の終点における温度 20 ± 0.5°C，pH 7.0 ± 0.1* とし，測定される Δt が 15〜45 sec. となるような条件を標準とする。測定に要する時間は1測定に 1 min. 以内，前後の準備時間を含めても1個体5分以内に完了する。

D. 酵素液の添加量 添加する酵素液量 *a* ml は組織の酵素力によつて異なるが，要するに測定される Δt の値が 15〜45 sec.（少なくとも 10〜60 sec. 以内）に求められるように添加量を加減して測定する。こうして求められた Δt のうち 30 sec. 前後（15〜45 sec.）の値を示した測定値から酵素活性度 E を求めて平均すると誤差を少なくすることができる。

一般に酵素力の強い洄游性魚類（例カツオ，イワシ，アジ，サバ，マグロ等）では 10% homogenate として血合肉で 0.1〜0.5 ml，肝臓で 0.2〜0.6 ml，腎臓では 0.4〜1.0 ml，鰓および普通肉で 0.5〜2.0 ml の添加量が適当である。非洄游性魚類でははるかに酵素力が弱く，普通前者の 2〜3 倍，ものによつては5倍の添加量を必要とするが，酵素液添加量が多きに過ぎると，その濁りのために測定の誤差が大となり不適当である。

---

* 測定の pH を 7.0 ± 0.1 としたのは，この附近において pH の変動に対する活性度の変化が比較的に小さいからである。

E. 鮮度の算定と表示

Suc. DH の活性度をもつて魚体の鮮度を表わすために特に**鮮度指数**（**Freshness-index**）を定義し E で表わす。鮮度指数 E は別報[4] で定義した Suc. DH 活性度 E と同一であつて、組織 1 g に対応する Suc. DH 活性度の単位数をもつて表わす。従つて鮮度指数 E は次式によつて与えられる。

$$\text{``Freshness-index''}\ \mathrm{E}=\frac{30}{\Delta t}\times\frac{1}{a}\times n$$

a……反応系に加えた酵素液量（ml）

n……用いた酵素液の組織に対する稀釈度（倍）

Δt……吸光度を 0.1（$D_0 \rightarrow D_0-0.1$）低下するに要した時間（sec.）

いま標準条件として，10% homogenate 酵素液 1.0 ml を加えて測定した Δt の値が 30 sec. であつたと仮定すれば，上式において夫々 $n=10$, $a=1.0$, $\Delta t=30.0$ であるから E=10 となる。同様に $a=0.1$ であつたとすれば E=100 となる。普通の新鮮状態において測定される魚体の E 値はほぼ 1～100 の範囲内にあるが，その値の変異は魚種ならびに組織別によつて甚だしく異なる。

このような組織別による E 値の差異を区別するために夫々に組織名を附記して，肝…E_L，腎…E_K，鰓…E_G，血合肉…E_{DM}，普通肉…E_{OM} などと記す。

一般にごく新鮮な魚体の鮮度指数 E はおよそ次の範囲内の値として測定される。すなわち，洄游性魚類においては E_{DM} 60～120。E_L 40～100，E_{OM} 20～40，E_G 5～20，E_{OM} 5～20。非洄游性魚類においては夫々の値が低く洄游魚の $1/2$～$1/5$ 程度の値として測定されるのが普通である。

このように魚の種類および器官組織の種別によつて値を異にする鮮度係数をもつて，魚体全部の鮮度を表わすためには，魚体の鮮度と最もよく相関している部分の E 値をもつて魚体そのものの鮮度を代表せしめ得ることが必要である。この点に関しては次報において検討する。

考　　察

従来多く用いられている鮮度測定法は主として魚肉内に二次的に生成される分解物の増加を測定する方法であつて，その欠点として次のことがあげられる。

1. 鮮度そのものの定義が極めてあいまいであつて抽象的な表現法が多く，数値的に標示しにくい。
2. 鮮度の測定が主として直接に魚肉について行われるために魚体を損傷し，しかも比較的多量の肉片の採取を必要とする。
3. 測定方法が繁雑なうえに実験室的化学操作を必要とし，かなり高度の専門的技術を要する。
4. 測定に多くの時間を要し，多数個体の鮮度を短時間内に測定することができず，ときには過去の魚体鮮度を表わしているような場合がある。
5. 魚種および魚体部位によつて成分の増加傾向を異にしている場合でも，殆んど一様に取扱われている傾向がある。従つて魚体の局部的鮮度を表わしていても必らずしも魚体全体としての鮮度を表わしていない場合がある。
6. 主として鮮度低下に伴う二次的生成物の増加を測定して見掛の鮮度を表わしているので，必らずしも魚肉の本質的鮮度低下を表わすものでなく，外的条件によつて影響され易い。
7. 魚の死後初期の鮮度変化は従来法では判定しにくい。可食限界の鮮度を判定し得る程度では利用上の価値が少ない。

以上のような従来法の欠点を補うには魚体本来の性質に立脚した鮮度測定を行う必要があると考える。魚の死後魚体内に生成される分解産物の増加は，ある程度自己消化が進行して幾分鮮度が低下したのちに急激に増加するものであつて，従来法のような二次的生成物の増加を測定する方法では，初期の鮮度変化を判定し難い。然し鮮度測定の真の目的は可食度の可否判定よりもむしろ，冷凍原料あるいは加工原料としての適否の判定にあるものと考える。よつて初期腐敗を判定し得る程度の鮮度測定法よりも，食品としての優良な所謂生きのよさを判定し得る方法が研究せらるべきであると考える。

魚体中に含まれる酵素などの活性物質は魚体本来の性質に関係するものであつて，その消長は最も直接的

に魚体の本質的変化を表わし得るものである。特にさきに指摘しておいたように魚体における Suc. DH の活性度変化は魚の死後鮮度の低下に伴つて減少し，しかもその減少の度合は初期の鮮度において著るしい。このような Suc. DH の活性度変化を鮮度測定に応用することに新しい意味があると同時に，ここに提出した測定法が簡便迅速な方法であつて特別な実験室的化学操作を必要とせず，しかも測定の精度がかなり優秀であるという点に応用上の利点がある。

ただ魚体各部に含まれる本来の酵素活性度には魚種ならびに組織別によつて著るしい差異があるために，一定度の活性度変化をもつて全般に共通した鮮度の尺度となすことができない。この欠点を補うために鮮度指数の考えを導入し，夫々の有用魚種について魚体の特定部位を指定した鮮度指数 E の値を，各鮮度の段階に従つて標準値として定めておけば，実際に測定した魚体の E 値をこの標準値と対比して鮮度を判定することができる。

これらの点については実測例に従い次報において検討する。

要　　　約

2, 6-Dichlorophenolindo-*o*-chlorophenol による Suc. DH の活性度測定法[4] を魚体の鮮度測定に応用し，簡単な光電光度計を用いる迅速測定法として提出した。

この方法によつて測定した魚体の Suc, DH 活性度をもつて魚体の鮮度を表わすために鮮度指数 E を定義し，各組織別に定めた E の標準値と対比して実際の魚体鮮度を判定する方式を定めた。

終りに原稿の御校閲をしていただいた九州大学富山哲夫教授に対して感謝する。

文　　　献

1. 富山哲夫，米康夫，井出克己： 本誌，**16**，538 (1950).
2. 森高次郎，秦満夫： 本誌，**15**，407 (1948).
3. J. Tillmann and R. Otto： Z. Nahr. Genussm, **47**, 25 (1924).
4. 福田博業： 未発表（近く本誌に掲載の予定).
5. 福田博業： 未発表（近く本誌に掲載の予定),

魚体鮮度の酵素化学的測定法に関する研究－II
魚体の鮮度とコハク酸脱水素酵素活性度との関係について*

福　田　博　業
（宮崎大学農学部水産化学教室）

Enzymatic Method for the Estimation of Freshness of Fish.—II
Relationship between Freshness of Fish and Succinic Dehydrogenase Activity.

Hironari FUKUDA

Fig. 1 shows representative examples of the change of succinic dehydrogenase activity of fish tissues with incubation at 25°C Although great variations in the enzymatic activity were observed among various tissues, a decrease in the enzyme activity of a certain sample tissue showed a significant correlation with decrease of its freshness. Therefore, the freshness of sample fish under test can be judged from decrease in the enzyme activity (freshness-index value E) of various sample tissues, and the values were compared with those values of fresh fish of the same kind.

The freshness-index values of several fresh fish and deteriorated fish are given in Table 1.

魚体各部の組織中に含まれる Suc. DH の活性度は魚体の鮮度低下に伴つて相関的に低下する。しかしその変化の度合は魚種および組織別によつて異なるから，鮮度指数Eによつて魚体鮮度を判定するためには，魚体の特定部位におけるE値と鮮度との関係を数値的に定めておく必要がある。例えばキハダの腎臓における鮮度指数 E_K の値が15以上あれば鮮度優良であるが10以下であれば鮮度不良であるというような判定が可能である。このような鮮度指数の基準値は多数の測定結果から各魚種ごとに定めらるべきであるが，ここには数例の測定結果から概括的な傾向を示しておく。

実　験　方　法

即殺直後または死後硬直期にある新鮮な魚体をポリエチレン袋に入れ密封して湿度飽和に保ちうるようにし，25°C の恒温器中に保蔵し，3～6 時間経過するごとに1個体づつを取出し，その魚体の特定部位の組織を採取し，直ちに鮮度測定を行つた。

鮮度の測定は前報[1] に述べた方法に従い，肝臓，腎臓，鰓，血合肉および普通肉の5部分について測定し夫々の鮮度指数を E_L, E_K, E_G, E_{DM}, E_{OM} として示した。それと同時に血合肉および普通肉について揮発性塩基窒素量および pH の変化を測定し，官能検査の結果とともに鮮度判定の比較を行つた。

測定条件はすべて規定の通りに行い，反応系組成も前報[1] の通りとし，20±0.5°C，pH7.0±0.1，で成るべく $\Delta t=15$～45sec.（少なくとも10～60sec.）の範囲内に測定されるようにした。酵素液は常に10% homogenate (n=10) として用い，酵素液の添加量 $a$ml のみを変えて測定した。鮮度指数Eの求め方も前報[1] の通りでる。

揮発性塩基窒素量，pH 値，外観検査などの綜合判定により，可食状態にある鮮度を（－），可食限界にあると思われる鮮度を（±），かすかに腐敗徴候の現われたときの鮮度を（＋）の記号で表わした。

1957 年 8 月 31 日受理

* 1957 年 4 月 4 日　日本水産学会年会において発表した。

実験結果と考察

魚体を丸のまま 25°C で保蔵した場合，多くの魚種が 15～18 時間で（±），20～24 時間で（＋）程度の鮮度低下を示した。12時間頃まではやや魚臭を増すがなお可食状態であつた。

数種の魚体についてその鮮度低下と鮮度指数変化との関係を測定した結果を Fig. 1 に示した。

新鮮状態にある個体の鮮度指数は魚種および組織別によつて甚だしい差異があるけれども，鮮度低下に伴つて例外なくE値を低下し，遂には0に近づく。鮮度に伴うE値の減少の度合は酵素力の高い組織におけるほど急速である。ただし血合肉および肝臓においては死後硬直期の後に一時的にE値を増加する傾向がみられるけれども，その以後は急激にE値を減少してゆくのが普通である。腎臓および鰓についてはこのような一時的増加の傾向は認められず，魚の死後は一途に値を低下し，その減少傾向が比較的に早く，魚体鮮度中等の状態においてすでに殆んど酵素力を消失する場合が多い。普通肉においてもE値の減少傾向は認められるけれども，本来の酵素力が他に比して甚だしく低いのでその減少傾向は著しくない。

以上のうち，腎臓における鮮度指数の減少傾向は特に著しく魚体鮮度のあまり低下しないうちにすでに $^1/_3$～$^1/_5$ 以下にE値を低下し，可食限界に達する以前に殆んど全部の作用力を失う場合が多い。従つて鮮度判定の目的のためには先づ腎臓と鰓におけるE値の変化を指標となす方法が有効であると考える。

肝臓および血合肉におけるE値は当初から高い値を示すために，相当に鮮度が低下した状態となつてもなおかなりのE値を示し最初の $^1/_2$～$^1/_3$ 程度の活性度を残すことが多い。

このような鮮度指数の変化傾向を利用して魚体そのものの鮮度を表わすためには次の要件が必要である。1.　特定組織におけるE値の変化が魚体全部の鮮度を代表し，2.　ある組織におけるE値の変化が魚体全体としての鮮度低下と数値的に相関し，3.　鮮度低下に伴うE値の変化がある程度大きく，4.　同一鮮度にある魚体のE値に個体差が少なく，5.　魚種別に定められた特定組織におけるE値を標準値として規定し，これに対比して実測した個体の鮮度を判定し得ること。

以上の観点から Fig. 1 における結果を検討すると E_K, E_G, E_L, E_{DM} などが適当と見られる。殊に腎臓および鰓は内臓を除去した後にもなお魚体に附属しているので魚体を傷つけないでよい。これに次いで血合肉がよい。肝臓および普通肉はあまり適当でない。

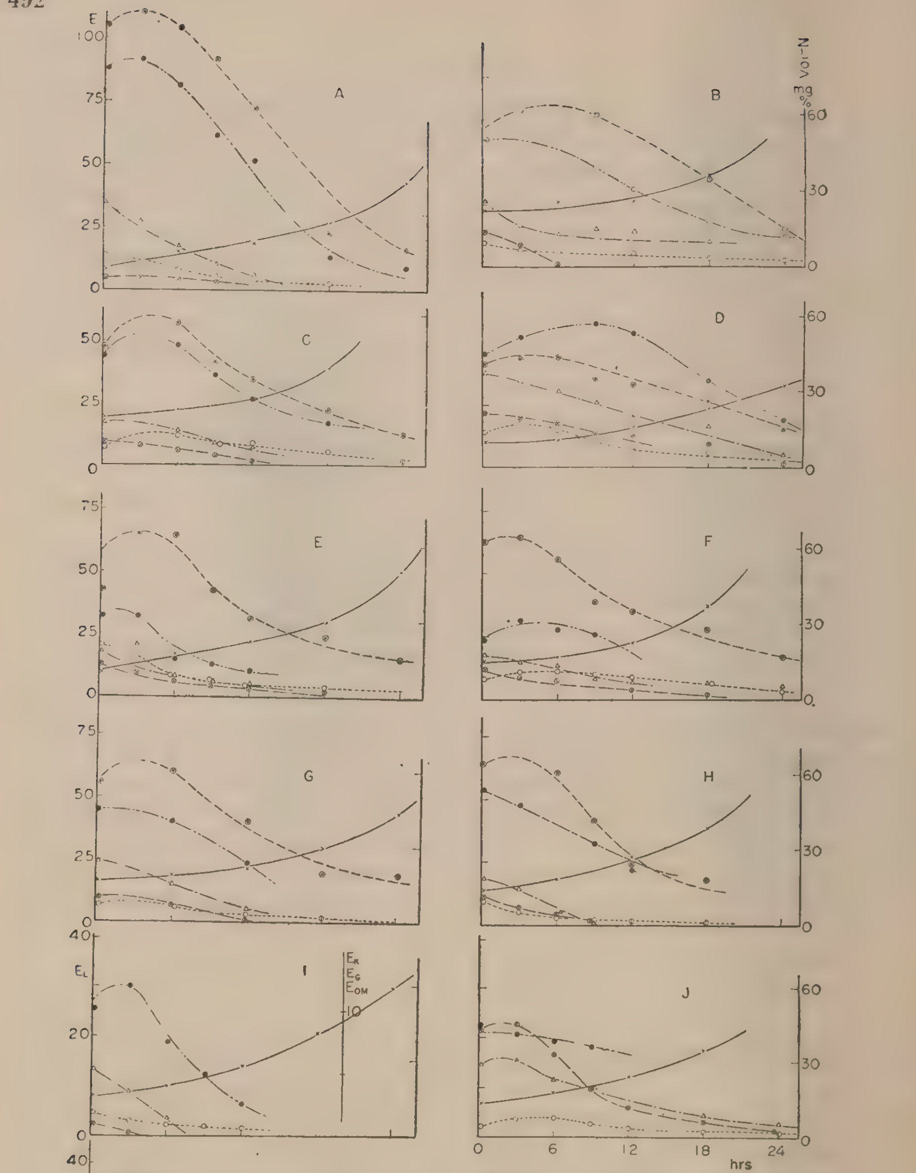
Fig. 1 の結果から判定の基準となるEの標準値を求めると Table 1 の数値が得られる。この数値は一応暫定的のものであつて後日の修正を要するが，一応の目安として示しておく。

上表に示した標準値を検討してみると一般的に次のことが言える。

1.　回游性魚類について，E_{DM} 40 以上，E_L 30 以上，E_K 7 以上，E_G 5 以上，E_{OM} 8 以上であれば

Table 1. Standard value of freshness-index (E) for the judgment of freshness of fish

Species ＼ Judge / Tissue	Max. value of E					Good freshness					Edible limit				
	E_{DM}	E_L	E_K	E_G	E_{OM}	E_{DM}	E_L	E_K	E_G	E_{OM}	E_{DM}	E_L	E_K	E_G	E_{OM}
A) marusoda	110	93	35	5	15	70<	50<	10<	5<	5<	30	25	5	3	4
H) magatsuo	70	55	20	12	10	40<	30<	5<	5<	5<	25	25	1	1	2
E) urumeiwashi	65	35	20	12	20	30<	15<	10<	6<	8<	25	10	5	4	6
G) maiwashi	63	46	25	10	7	40<	30<	10<	4<	4<	25	25	5	1	3
F) maaji	65	31	17	12	11	40<	25<	7<	5<	9<	25	—	5	3	8
B) kihada	65	54	25	15	10	50<	30<	15<	2<	6<	35	20	10	1	4
D) buri	47	59	37	21	18	35<	40<	20<	13<	8<	25	30	15	10	5
C) honsaba	60	53	17	9	14	35<	30<	7<	4<	8<	25	25	5	2	5
K) sawara	37	24	13	11	2.5	30<	20<	7<	3<	1<	25	15	2.5	1	1
J) hamo	—	21	16	24	5	—	15<	7<	10<	1<	—	10	5	3	1
I) amadai	—	27	13	2.5	5	—	10<	3<	0.3<	1<	—	6	0	0	0.5
Range of value	70～60	60～30	35～20	15～10	15～10	50～30	40～20	15～7	6～4	8～5	25	25～20	10～5	1～1	6～3



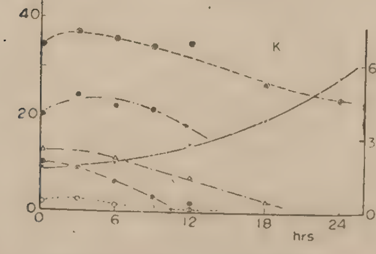


Fig. 1. Change of freshness-index (E) (Suc. DH activity) of fish during the incubation at 25°C

⊙----⊙---E_{DM}, ●-·-·-·-●--E_L,
△-·-·-△--E_K, ⊗---⊗---E_G,
○·······○···E_{OM}, ×———×—Vol-N,

A. *Auxis tapeinosoma* "marusoda"
B. *Neothunns albacora* "kihada"
C. *Scomber japonicus* "honsaba"
D. *Seriola quinqueradiata* ""buri"
E. *Etrumeus micropus* "urumeiwashi"
F. *Trachius japonicus* "maaji"
G. *Sardinops melanosticta* "maiwashi"
H. *Katsuwonus selamis* "magatsuo"
I. *Branchiostegus japonicus* "amadai"
J. *Muraenesox cinereus* "hamo"
K. *Scomberomorus niphonius* "sawara"

良好と判定される。

2. 同じく洄游性魚類について，E_{DM} 25，E_L 20，E_K 5，E_G 3，E_{OM} 3〜4 であれば鮮度は著しく低下して可食限界に達したものと認められる。

3. 同様に洄游魚について，E_{DM} 25〜20，E_L 20〜15，E_K 5，E_G 2〜1，E_{OM} 5〜3 であれば初期腐敗と認められる。

4. 非洄游性魚類については，洄游性魚類に比して本来の酵素力が弱いのでE値の変化は著るしくない。

5. 魚体各部のE値が極鮮時の最高値の 70〜60 %位に低下するまでは鮮度良好であるが，最高値の 1/2 以下に低下すれば一応鮮度下等と判定される。

6. 魚体各部の鮮度指数が極鮮時（最高値）の 1/3〜1/5 まで低下すれば，一応初期腐敗の危険がある。

以上は極めて概括的な所見であるが，判定標準の一応の目安としてかかげておく。

このような判定基準となる標準値は，目的とする魚種についてあらかじめ定めておく必要がある。そのためには同一魚種についての多数の測定値から統計的かつ経験的に定められるべきである。個々の測定結果をこの標準値と対比して個体の鮮度を判定する。例えば洄游性魚類のマイワシについて測定した結果が，E_{DM} 50以上であれば鮮度優良，E_{DM}35 であれば鮮度中等，E_{DM}25 であれば鮮度下等で可食限界に近く，E_{DM}20 以下であれば明らかに初期腐散と認められる段階にあると判定される。同様にして E_K15 以上あれば鮮度上等，E_K10 ならば中等，E_K5 ならば可食限界にあつて初期腐敗の疑いがあると判定される。

次に測定方法についてであるが，前報[1] にのべた通り操作は極めて簡単であつて，濾過，遠心分離，除蛋白，蒸溜，滴定などの化学的操作を必要とせず，実験室のない魚市場，冷蔵庫などの一隅においても測定を行い得る便利さがある。また測定に要する時間が1分以内であつて前後の準備時間を含めても5分以内に測定を完了し得る利点がある。

要　　　約

2.6-Dichlorophenolindo-o-chlorophenol による鮮度測定法を用い数種の重要魚種について，保蔵中(25°C)の鮮度低下に伴う鮮度指数Eの変化を測定した。その結果を Fig. 1 に示し，その結果から夫々の魚種について鮮度判定の基準となる鮮度指数Eの標準値を求めて Table 1 に示した。個々に測定した組織別の E 値をこの標準値と対比してその個体の鮮度を判定し得ることを示した。この方法によつて魚体全体の鮮度を判定するための測定部位は腎臓（E_K），鰓（E_G），血合肉（E_{DM}）が適当であつて，特に初期の鮮度を測定するには E_K とE_G とが最とも適当である。普通肉（E_{OM}）について直接に測定することはあまり適当でない。本法による測定結果を実際の魚体の鮮度と対比してその実用性を認めた。

終りに実験に協力された黒木�，中富紘介両君に感謝する。なお原稿の校閲を戴いた九州大学富山哲夫教授に対して感謝する。

文　　　献

1. 福田博業；本誌，**23**，486（1957）。

濾紙クロマト法による紅藻粘質物の研究*

中 村 武 彦
(宮崎大学農学部)

Paper Chromatographic Study on Sugar Component of Red Algae

Takehiko NAKAMURA

Not so many studies have been published which identified the sugar components of seaweeds, since their isolation and identification are rather complicated.

Some of the seaweeds found in Aoshima at Miyazaki city were analysed as shown in Table 1, and their sugar components were also investigated by paper chromatograpy of the acid hydrolysates of hot water extracts (Fig. 1).

The results are as follows:

(1) Principal component sugars in all red algae studied were galactose, xylose and anhydrosugar.

(2) Fucose was detected in four species, but not in other species of red algae. It will be noted here that the presence of this sugar in agar-agar and the mucilage of *Gloiopeltis furcata* and the absence in *Eucheuma* mucilage were reported in the previous paper (3).

(3) The mucilage of a green alga, *Ulva pertusa* gave a remarkably different paper chromatogram from those of red algae, and glucose, xylose and an unknown sugar were detected.

(4) The component sugars of a brown alga, *Sargassum Thunbergii* markedly differed from those of red algae in the absence of xylose.

緒　　言

紅藻粘質物の構成糖に関しては，従来寒天，フノリ及びその原藻に関する研究が主に行われているが，しかし一般に海藻の粘質物構成糖の分離確認及び定量が困難のため，発表された論文も比較的少なく，多く[illegible]が残されている現状である。

著者はキリンサイ粘質物に関する研究(3)に於てキリンサイ粘質物，寒天及びフノリ主成分がガラクトーズ，アンヒドロガラクトーズであり，そのほかに少量のキシローズ及びガラクトーズの硫酸エステルの存在をみた。さらに前報で Naphthoresorcinol 反応やその変法，その他の反応によつてグルクロン酸又はそのラクトンの存在を確めた。また褐藻に比較的多く存在すると認められているフコーズはキリンサイでは認められないが寒天，フノリには見出された。即ちこれらの粘質物は成分的にかなりよく似ているのでその他の紅藻粘質物ではどうだろうかと考え，宮崎市青島産紅藻類の数種と1～2の他の類に属するものとを試料として，それらの温浸粘質物の硫酸加水分解液について一次元濾紙クロマトを行つて構成糖を比較したのでその結果を報告する。

実験及び結果

(1) 試料の調製

供試海藻は Table 1. に示す。いずれも干潮線上のタイトプールから採取した。採取後ただちに持ち[illegible]，附着物を除去水洗したるのち一両日日蔭干し，ついで日乾した。乾燥後鋏を用いて細切した。

(2) 一般分析

原藻は常法により一般分析を行つた。結果はTable 1. に示す通りである。

1957年8月31日受理

* 本報告の概要は昭和32年4月　日本水産学会（東京）で発表した。

Table 1. Chemical composition of several kinds of seaweed collected at Aoshima, (Miyazaki City)

% on dry matter

Kinds of seaweed	Date of collection	Crude ash	Total N	* Reduc. sugar (as galactose)	Crude fat	Jelly formation of hot water extracts
Gelidium elegans Kg. (Makusa)	May 7, '56	11.50	2.08	35.26	0.45	+
Ahnfeltia concinna J. Agardh (Saimi)	Jul. 8, '56	12.96	3.24	40.24	0.65	+
Gymnogorus flabelliformis Harvey (Okitsunori)	〃	14.74	3.47	44.48	0.64	+
Hypnea charoides Lamouroux (Ibaranori)	〃	16.30	3.18	39.64	0.83	+
Hypnea japonica Tanaka (Kagi-ibaranori)	〃	25.54	2.01	36.49	0.64	+
Gracilaria textorii Suringar (kabanori)	〃	15.38	1.82	51.82	0.61	+
Cheilosporum jungermannioides Ruprecht (Himeshikoro)	〃	53.44	0.45	6.63	0.19	−
Sargassum Thunbergii (Martens) O. Kuntze (Umitoranowo)	〃	19.92	1.14	25.75	0.88	−
Ulva pertusa Kjellman (Ana-aosa)	〃	20.58	1.91	37.08	0.78	−

* Determined by BERTRAND's method after hydrolysis of seaweed

即ちヒメシコロでは灰分含量が非常に高く（乾物の約53%），カバノリでは還元糖含量が他の藻と比較して高かつた。その他のものでは成分上格別変つたものはなかつた。

（3） 粘質物水解液の濾紙クロマトグラフ

風乾海藻 5〜50g に熱水を充分に加えて90° 前後の湯浴中で1時間浸出する。浸出液は2枚合せのガーゼで漉して絞り，残藻は更に1回同様に温浸する。2回分の温浸液を合併して60メッシュの篩を通してこれを供試粘質物とした。冷却後粘質物溶液に1:2 硫酸を加えて約3%の濃度となし湯浴中で3時間加水分解する。不溶物を濾別した冷液に $Ba(OH)_2$ 飽和溶液を加えて酸の大部分を中和したるのち僅に温めながら $BaCO_3$ 粉末を加えて完全に中和する。生じた $BaSO_4$ 及び過剰の $BaCO_3$ を濾別したるのち骨炭を以て2回脱色し，シラップ状となるまで40° 以下で真空濃縮してこれを濾紙クロマトに用いた。

シラップ濃度はなるべく大きな差がないように心掛けたが多少の差があることは免れない。

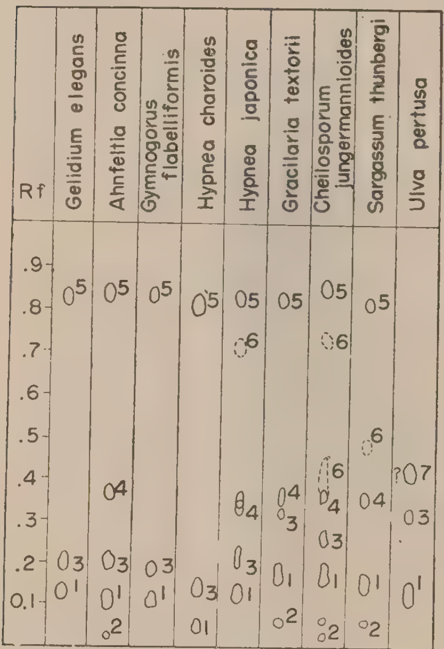
濾紙クロマトは一次元上昇法によつた。展開剤は n-BuOH : AcOH : H_2O (4:1:2) を用い1夜（約13時間）展開後乾燥し Anisidine-HCl の Butanol 溶液（3%）で発色せしめた。結果は Fig. 1. の通りであつた。なおスポットの同定法としては，Rf 値の変動があるので，Rf 値にこだわらず，目的とする成分の標品を予め加えたものと加えないものとを同時に展開して両者を比較する方法を採つた。またスポットの面積と色の濃さから糖の分量を推定した。

Fig. 1. に示すように，アナアオサ（緑藻），及びウミトラノオ（褐藻）の構成糖は紅藻粘質物のそれとかなり大きな差があることを知る。アナアオサではグルコーズ（褐色）及びキシローズ（桜色）の存在が認められ，そのほか鮮黄色を呈するがまだ同定出来ない他の1つの糖が存在する。ウミトラノオではガラクトーズ，アンヒドロガラクトーズ及びフコーズが認められるがキシローズに相当するスポットは認められなか

つた。

紅藻類では例外なく，寒天，フノリ、キリンサイと同様に主成分はガラクトーズ、アンヒドロガラクトーズであり，その他少量成分としてキシローズ（テーリングの傾向あり）及びガラクトーズの硫酸エステル

Fig 1. Paper chromatogram of the acid hydrolysates of mucilages from seaweeds shown in Table 1



Solvent：n-BuOH：AcOH：H_2O 4:1:2

Developing method：one dimmensional ascending method

Filter paper：Toyo filter paper No. 2

Color reagent：3％ Anisidine-hydrochloride solution in butanol

Spot 1：Galactose (yellowish brown), but glucose only in *Ulva*

〃 2：Galactosesulfate (yellowish brown)

〃 3：Xylose (cherry red)

〃 4：Fucose (orange brown)

〃 5：Anhydrosugar (bright yellow)

〃 6：(closed with broken line) Indistinct spot

〃 7：(with question mark) Unknown sugar

推定されるものが一般に認められる。グルクロンのスポットは認められなかつた。

フコーズは存在するものとしないものとがある。即ちサイミ，カギイバラノリ，ヒメシコロ等には認められるが，マクサ，オキツノリ，イバラノリには認められなかつた。

要　　約

寒天，フノリ及びキリンサイ粘質物の構成糖と他の紅藻粘質物のそれとを比較する目的で，青島産紅藻類の温湯抽出液の硫酸加水分解物について一次元濾紙クロマトグラフを行い構成糖を比較した。その結果

（1） 紅藻粘質物の主成分はガラクトーズ及びアンヒドロガラクトーズであり，その他キシローズ及びガラクトーズの硫酸エステルも一般に認められるが，グルクロンの存在は証明できなかつた。

（2） アナアオサ及びウミトラノオ粘質物の構成糖は紅藻類のそれとかなりちがいがあつた。

（3） 紅藻中にはフコーズを含有するものと然らざるものとがある。即ちサイミ，カギイバラノリ，カバノリ及びヒメシコロには認められるがマクサ，オキツノリ及びイバラノリには認められなかつた。

文　　献

1) T. Mori："Advances in Carbohydrate Chemistry" Vol. 8, Academic Press, New York (1953) pp. 311–350.

2) 江上不二夫："多糖類化学" 初版，共立出版社，東京，(1955)，pp. 224～227，295～296，319～321.

3) 中村武彦：日水会誌，投稿中 (IV報，V報).

水産動物筋肉エキスのアミノ酸組成—I.

伊　藤　啓　二
(広島大学水畜産学部)

Amino Acid Composition of the Muscle Extracts of Aquatic Animals

Keiji Ito

By the microbiological method, seventeen amino acids in the aqueous alcoholic extracts of serveral marine animals, four species of fish and two species of mollusc, were determined after hydrolysis. The results obtained are tabulated in Table 2, and the nitrogen distribution in the extracts is shown in Table 3.

Between the fish with reddish meat (*Scomber* and *Trachurus*) and those with white meat (*Mylio* and *Fugu*), a marked difference was observed in the histidine content, which was high in the former and almost negligible in the latter. The difference between the red muscle and the ordinary muscle was also observed only in the histidine content, and the pattern of the other amino acids was very similar in both species. Through four species of fish, the proportion of amino acids nitrogen in the total nitrogen of the extracts considerably varied species to species (Table 3), but showed a relatively constant level, 8～10%, when calculated with the exception of histidine.

It may be noticeable that lysine occupied an unique situation in the extracts of *Fugu*.

The muscle of *Sepia* showed the high values in the extractive nitrogen and also in the extractive amino acids, in which proline, alanine, serine, arginine and glycine were fonud to be prominent. On the other hand, the extracts of *Octopus* revealed the very low values for all amino acids determined, with the exception of arginine, whereas the total amount of the extracted nitrogen was not so less.

Creatine and creatinine were also analyzed and were found to occupy thirty to forty per cent of the extractives in the ratio of nitrogen (Table 3).

魚肉のエキス成分が，その味や腐敗に大きな関係を持つことは夙に知られるところであるが，特に含窒素成分についてはこれが鮮度の示標としても重要な役割を果して来ているので，古くから数多くの報告が提出されている。然し，このうちアミノ酸組成に関するものは比較的少く，清水[1]が種々の魚種についてアミノ窒素の分布を見ている他には，タラ[2]，カレイ[3]，エビ[4,5,6]，イカ[7]，等についてのアミノ酸組成の分析結果が見られる程度である。それ故，多くの魚種のエキスアミノ酸組成を明らかにし，比較検討することは，加工利用の面から，又生化学的な意義からも重要であると考え，先づ，サバ，アジの普通肉と血合肉，及びチヌ，フグ，イカ，タコ筋肉の80%アルコール抽出液について構成アミノ酸17種を微生物定量法により測定し，又同時にクレアチン含量をも定量したので，その結果を併せ報告する。

実　　験

1　試料　試料は福山の市場で出来る限り新鮮なものを入手した。即ち，サバ（1956年10月）は体重 320g 前後のもの（Volatile Basic Nitrogen；以下 V.N. と略記 21.0mg%）2尾，アジ（1956年11月）は 160g 前後のもの（V.N. 17.2mg%）4尾，チヌ（1956年11月）は 200g 前後のもの（V.N. 18.6mg%）2尾，コモンフグ(1956年12月)は 190g 前後のもの（V.N.16.3mg%）2尾，コウイカ（1956年12月）は 220g 前

* 1957年 8月31日受理

後のもの(V.N.5.9mg%) 3尾，イイダコ (1957年1月)は200g前後のもの (V.N.13.0mg%) 2匹である。

2　分析用試料の調製　チヌ及びコモンフグは背部の筋肉，サバ及びアヂは血合筋肉と背部の普通筋肉，イカは外套膜筋肉，タコは足部の筋肉をそれぞれ採取し，いずれも細切混和後20gを秤量，石英砂を加えて充分磨砕した。これに3～4倍量の80%アルコールを加え 80°C 30分温浸後，冷却，濾過する抽出操作を3回繰返した。次に抽出液を合し，60°C湯蒸上にて濃縮し，加水分解を行い，分析用試料とした。加水分解の方法は蛋白分析に用いられている方法[8]に準拠する。即ち，トリプトファン測定用としては水酸化バリウムによるアルカリ加水分解後，硫酸にてバリウムを除き，定容とした。メチオニン，リヂン測定用は3N塩酸による120°C 2時間，その他のアミノ酸分析用には3N塩酸による120°C，10時間の加水分解を行つた後，夫々減圧濃縮によつて可及的塩酸を除き，苛性ソーダにて中和し，定容として分析に供した。

3　定量法　アミノ酸の定量は"蛋白質化学"[9]所載の微生物定量法に依つた。使用菌は東大農学部水産化学教室より分譲を受けたもので Table 1 に示す通りである。

クレアチンは3N塩酸にて 120°C，1時間加熱し，クレアチンをクレアチニンとした後ピクリン酸及びアルカリを加え，Jaffe の反応により発色せしめて比色定量した。

Table 1　Strains used in the Microbiological Assay of Amino Acids

Strains	Amino Acids
Leuconostoc mesenteroides P-60	Aspartic acid, Glycine, Serine, Methionine, Proline, Lysine
Leuc. citrovorum 8081	Alanine
Lactobocillus arabinosus 17-5	Leucine, Valine, Isoleucine, Phenylalanine, Glutamic acid, Tyrosine, Tryptophan
Lact. fermenti 36	Histidine
Streptococcus faecalis R	Arginine, Threonine

実験結果竝びに考察

結果は取まとめて Table 2 及び3に示した。なおアミノ酸の中シスチンの測定は行わなかつた。

サバ及びアヂで最も多いものはヒスチヂンであり，グリシン，アラニン，リヂン等がこれに次ぐ。それらの血合肉と普通肉の著しい差異は後者に約倍量のヒスチヂンが見られる点であつて，其の他のアミノ酸には大差がない。清水等[10]によると，血合肉のモノアミノ窒素は普通肉に比べ可成多いというが，上記エキス中の17種のアミノ酸の中では特に普通肉より多量に存在すると思われるものは認められなかつた。なおクレア

Table 2　Amino Acid Composition　mg%

Amino Acids ＼ Kind of Fish	サバ *Scomber japonicus* OM*	サバ *Scomber japonicus* RM*	アヂ *Trachurus japonicus* OM	アヂ *Trachurus japonicus* RM	チヌ *Mylio macrocephalus*	コモンフグ *Fugu poecilonotus*	コウイカ *Sepia esculenta*	イイダコ *O. topus ochellatus*
Glycine	54	53	40	37	97	83	104	23
Alanine	37	39	28	23	27	16	179	15
Valine	14	13	13	13	5.1	2.3	26	9.2
Leucine	14	16	20	20	8.5	2.8	23	6.3
Isoleucine	9.6	9.6	8.3	8.1	7.3	1.2	12	6.3
Serine	6.9	9.2	7.1	7.4	3.9	Trace	112	15
Threonine	9.6	9.0	8.8	7.1	13	14	53	7.3
Methionine	7.3	6.3	4.3	3.7	1.1	Trace	31	3.6
Aspartic acid	9.8	6.3	12	2.5	17	Trace	29	22
Glutamic acid	20	21	19	18	19	4.8	44	29
Tyrosine	6.6	6.0	5.3	4.6	1.1	1.3	8.4	1.7
Phenylalanine	9.2	9.6	13	3.1	11	2.3	9.3	4.3
Proline	5.4	5.3	8.4	7.9	3.9	19	379	8.5
Tryptophan	2.5	2.8	1.6	1.4	2.0	1.0	1.6	1.8
Arginine	6.1	5.7	5.7	2.3	3.0	22	280	146
Lysine	22	22	30	23	13	137	32	7.6
Histidine	563	296	163	69	5.4	Trace	12	1.8
Creatine and Creatinine**	440	265	366	219	387	482	–	–

* OM : ordinary muscle, RM : red muscle

** Estimated by the colorimetric method and represented as creatinine

チン含量は血合肉の方が少い様である。

チヌ、フグのような白身肉の魚類ではサバやアヂと異り，ヒスチヂン含量が著しく低いが，グリシン含量は両者共，サバ，アヂより僅かに高かつた。フグでリヂンが 137mg %の高値を示したことは最も特異的である。

イカ肉のエキスアミノ酸については既に森等[6]のスルメイカについての報告があり，プロリン含量の多いことを認めているがコウイカもこの点で全く同様であつた。しかし，ヒスチヂン含量はスルメイカの場合と異り著しく低く僅かに 12mg %を示すに過ぎなかつた。その他のアルギニン，セリン，グリシン，アラニン等は多量に存在し，いずれも 100mg %以上を示しているので，これらアミノ酸はイカ肉の主要な呈味成分であろうと推察される。なお，セリン，スレオニン等のオキシアミノ酸が比較的多いことも注目に値する。イカ肉のエキスのこの様なアミノ酸組成に対し，同じ頭足類でもイイダコでは，アルギニンの 146mg %以外には，いずれも低値を示し，比較的他の魚種に多いグリシンですら 23mg %に過ぎなかつた。

以上の分析値から窒素量を算出して，総エキス窒素との比を示したものが Table 3 である。これら17種のアミノ酸に由来する窒素のエキス窒素に対する割合は，サバ，アヂ，チヌ，フグ間に可成りの相違があるが，ヒスチヂンに由来する窒素を除いて考えるとその割合はいずれも略 8～10%となり，エキス窒素中これ等16種のアミノ酸窒素によつて占められる量は魚種にかゝわらず，一定に近い値であることを知る。又クレアチン及びクレアチニン窒素はサバ，アヂ共普通肉では37%前後，血合肉では29%程度であつたが，白身肉のフグ，チヌ，では稍高く44%前後を示し，如何なる意義を有するものか興味深い。

Table 3 Distribution of Nitrogen in Extractives

Kind of Fish	Kind of Muscle	Extracted-N (A) mg%	Total of Amino Acid-N detd. (B) mg%	B/A %	Creatine-N* (C) mg%	C/A %
Scomber japonicus	O M	460	187	40.7	167	36.2
	R M	341	114	33.5	99	29.0
Trachurus japonicus	O M	385	76	19.7	136	37.2
	R M	294	46	15.7	82	27.7
Mylio macrocephalus		331	38	11.5	144	43.5
Fugu poecilonotus		404	58	14.4	180	44.5
Sepia esculenta		868	532	26.8	—	
Octopus ochellatus		582	68	11.7	—	

* Creatine-and Creatinine-N.

以上簡単に分析結果について考察をほどこしたが，魚肉のエキス成分が同種間でも，季節，年令，性別により，更に又個体によつても，可成り変動するものと予想され，此処に挙げた数値もその一例に過ぎないので，今後尚検討を続ける予定である。

終りに，原稿の校閲を願つた当教室松本助教授，菌株の分与を受けた東大水産化学教室並びに文献の貸与を受けた同教室鴻巣氏に厚く感謝する。又本研究費の一部は昭和31年度文部省科学研究助成補助金に仰いだ。記して深謝する次第である。

要　　約

1. 数種の水産物筋肉の80%エタノールエキスを加水分解した後，17種のアミノ酸含量を微生物定量法により測定した。
2. 赤身魚肉（サバ，アヂ）は白身魚肉（チヌ，コモンフグ）に比しヒスチヂン含量が高かつた。
3. 普通肉と血合肉はアミノ酸組成が非常に近似しているが，ヒスチヂンのみは普通肉に多かつた。
4. コモンフグのリヂンは他の魚類に比し著しく多かつた。
5. 魚類のエキス窒素に対するアミノ酸窒素の割合は魚種間に可成りの相違が見られるが，ヒスチヂンを除いた場合には比較的一定している。
6. イカは魚類に比してエキス窒素，アミノ酸共に多く，プロリン，アルギニン，セリン，グリシン，アラニン等が多量に存在した。

7. タコではアルギニン以外は非常に少く，イカに較べて大きな差が認められた。
8. 魚類のクレアチン及びクレアチニン窒素はエキス窒素に対し 30～40 %で，この割合は白身魚肉に稍高かつた。

文　　献

1) 清水　亘：本誌 **15**, 35 (1949).
2) J. M. Shewan：*J. Sci. Fd. Agric.* **12**, 565(1953).
3) 村田喜一，大石圭一，飯田優：昭和32年度日本水産学会年会講演（東京）.
4) M. N. Camien, H. Sarlet, G. Duchateau and M. Florkin：*J. Biol. Chem.* **193**, 881(1951).
5) W. O. Kermack, H. Lees and J. D. Wood：*Biochem.* J, **60**, 424(1955).
6) 森高次郎，鴻巣章二，秋山明子：昭和31年度日本水産学会秋季大会講演（広島）.
7) 森高次郎，鴻巣章二，秋山明子：昭和32年度日本水産学会年会講演（東京）.
8) 江上不二夫他："標準生化学実験" 文光堂，東京，(1953)，P. 466.
9) 赤堀四郎，水島三一郎："蛋白質化学" 1巻，共立出版，東京，(1954)，P. 282.
10) 遠藤金次，清水亘：本誌，**21**, 127(1955).

昭和 32 年度日本水産学会年会（記事）

年会は年々慣習的に東大・水大・東海水研の在京各機関が交代で会場のお世話をやつて来たが，本年は東海水研の番で，番が廻つて来る度毎に考えさせられることは誠に結構なことではあるが，会員数の増加と共に多数の会員を一堂に擁して学会をもつべき広くて安い格好な会場が発見し難いということである。困つた揚句に選んだのが，水研裏の月島第二中学校というのだが予算がとれて新校舎を新築中で，移転を目前に修理改造は自ら控えているという疲れた校舎で会場係は事前に荷重何屯迄は大丈夫と綿密な計算をする始末，お世話になつた上でこんな裏話は申訳ないが，会場の使用を快諾された当局の方に謝意を表すると共に，ご迷惑をかけた参会者各位に深くお詫び申し上げる次第である。

発表講演は 23 巻 1 号所載の通り 257 題に及び各室とも活潑な討議が行われて頗る盛会であつた。尚学会を機に例年通り最新の産業用乃至研究用機械材料類を展示して参会者に紹介することにしたが，本年は申込者が多く 42 件 46 コマに達し，予定の展示室より溢れ出して休憩室の一隅迄を占める盛況であつた。その内訳は

漁撈・航海及び海洋研究計器	9 件
漁網及び浮子類	6
光学機械類	5
理化学研究用機械	10
フイシュソーセージ材料関係	12

であつた。

第 3 日目には水研第一会議室で折柄来朝中のノルウエー水産技術研究所長 Dr : Eirik Heen の講演（別記のⅠ）及び交換教授として滞米一年，帰朝間もない九大富山教授の美しいスライドを使つての興味ある報告講演があつて多大の感銘を与えた。。お二人共寸暇を割いての講演であるが特に富山教授はわざわざ横浜迄出向かれ到着匆々のコダクロームを取り寄せ映写の労をとられた。ここに厚く感謝する次第である。

会員の増加に伴う一つの嬉しい悩みは講演数の増加で，それを限られた時間内に捌くためには従来の数多いチャートでは整理が困難で能率のあがらぬこと夥しいので，ボチボチとスライドを専用する方式に転換の必要に迫られている。こうした要求に応ずる一方，これ迄当然あり得べくしてなかつた学会と学会外との連絡懇談の場を作ろうという要望にこたえて，尚本年は業界から積極的な賛助もあつたので従来の会員だけの懇親会の枠を大巾に拡げて関係の行政，業界，政界各層の名士を招きビーア・パーテーを開くこととし，会場を日比谷の日活国際ホテルに選んだ。時恰も日ソ漁業交渉の最中でソ連代表 Moiseen Panin Jouikoff Semko の諸氏も参加，それに前記ノルウエー Dr. Heen，フランスより訪日中の Mr. Lomard，印度より留学中の Mr. Sekharan, Mr. Nayak と多数の外国水産学者を加えて学会始つて以来の多彩さであつた。懇親会出席者 300 名を越し，予想以上盛会裡に懇談の目的を達して，日本水産学会始つて以来の賑かさであつた。

なお，今回の年会開催に当つて賛助下さつた御芳名（別記のⅡ）をかかげて重ねて感謝の意を表する次第である。

○（別記）のⅠ

ノルウエーの水産事情　　　ノルウエー水産技術研究所長　Dr. Eirik Heen. ノルウエーでは日本と同じように水産業が重要な産業である。政府の研究機関には海洋生物学研究所と水産技術研究所の 2 つがあり，私は後者の所長である。後者は化学，生化学，機械技術，製造工程，冷凍等 6 部に分れている。他に民間基金よにる研究所がフイシュミールと罐詰について合計 2 つある。漁獲高の 60% は herring よりなり，その 80～90% はミールと魚油にされる。ミールはホールミールであつてステイックウォーターを加えて家畜餌料として輸出される。Cod は herring の次に多いが，その 99% までは漁場が遠くて水揚げに数十日を要するので船上で開き塩蔵し持ち帰つてから干しタラとする。これは東ヨーロッパに輸出される。この他 Clupea の一種の小型のものがとれるが専ら罐詰とされる。

上記の水産技術研究所では原料（raw material）の問題を重視し、蛋白油脂及びヴィタミンの研究に力を入れている。

今後水産業は蛋白その他の食糧の供給源として益々重要になるであろう。日本の水産業を詳しく知るため再び来日したいと思う。

○（別記）のⅡ

旭化成工業株式会社
旭潜水科学研究所
味の素株式会社
安立電気株式会社
網太製網合資会社
千葉漁網株式会社
中央産業株式会社
大日本紡績株式会社
大日本水産会
鯨類研究所
神東塗料株式会社
林兼水産工業株式会社
浜　藤　商　店
古野電気株式会社
藤倉ゴム工業株式会社
双葉理工株式会社
函館公海漁業株式会社
平田紡績株式会社
北陸製網株式会社
北海道漁業公社
報国水産株式会社
宝幸水産株式会社
北洋水産株式会社
堀口養殖真珠株式会社
石川県漁網製造株式会社
川崎航空機株式会社
海上電機株式会社
カネマキ日産製網株式会社
極洋捕鯨株式会社
紀　文　商　店
光電製作所
小泉X線工社
呉羽化成株式会社
倉敷レイヨン株式会社
村山電機製作所
桃井製網株式会社
中野冷凍機製作所
日東捕鯨株式会社
日本漁網船具株式会社
日本合成繊維網網協会
日本罐詰協会
日本罐詰検査協会
日本化学飼料株式会社
日本鰹鮪漁業協同組合連合会
日本鮭鱒漁業組合連合会
日本絹網株式会社
日本揮発油株式会社
日本無線株式会社
日本民衆産業株式会社
日本製網株式会社
日本水産株式会社
日本水産機械工業協同組合
日本水産資源協会
日本水産油脂協会
日本佃煮工業協同組合
日本冷蔵株式会社
日中漁業協議会
日魯漁業株式会社
大阪金属工業株式会社
近江絹網合名会社
ライオン油脂株式会社
ライファン工業株式会社
離　合　社
大洋漁業株式会社
大洋無線工業株式会社
大洋無線株式会社
大洋冷凍母船株式会社
竹芝冷蔵株式会社
鶴見精機工作所
帝国食品株式会社
帝国人造絹糸株式会社
帝国産業株式会社
東京定温冷蔵株式会社
東海出版印刷株式会社
東京都鰹鮪漁業協同組合
東京都水産物卸売人協会
東京製綱株式会社
東京冷蔵株式会社
東亜潜水機株式会社
東光理化器製作所
東洋レーヨン株式会社
東洋製網株式会社
東洋石油販売株式会社
東洋通信機株式会社
全国漁業協同組合連合会
全国魚肉ソーセージ協会
全国海苔貝類漁業協同組合連合会
全国水産煉製品協会

（A.B.C 順，敬称略）

雑　　録

○関東在住役員会

1. 開催日　昭和 32 年 11 月 5 日
2. 場　所　東京水産大学会議室
3. 出席者　評議員　田内会長外 9 名
　　理　事　14 名
4. 議　事
 a. 昭和 33 年度年会委員長の件
  前例に従い現関東支部長久保伊津男氏に決定し，会場は東京水産大学とすることとした。
 b. 文部省科学研究費配分委員候補者の件
  今回は定員を水産一般 1 名，水産化学より臨時定員 1 名とするが，一般，化学各 2 名づつ推薦する様にとの連絡を受けたので，このことに就いて審議した結果，前例に従い適任者をあげて，評議員全部から投票していただき，推薦する人を決定することとした。
  上記の決定に従い，適任者に一般 5 名，化学 6 名を選出して，これらの方の氏名を参考に附記して評議員に投票を依頼した。
 c. バンコック第9回太平洋学術会議に九州大学教授富山哲夫氏が出席されるよう日本学術会議に推薦した
 d. 入会承認　個人　8
　　団体　1

○開票理事会

1. 開催日　昭和 32 年 11 月 18 日
2. 場　所　東京水産大学会議室
3. 出席者　田内会長
　　理　事　10 名
4. 開票結果
  文部省科学研究費配分委員候補者の投票を評議員にお願いして居た処，締切までに 54 通の投票が到着した。これらを開票した結果

　　一般　大島泰雄氏，松江吉行氏
　　化学　松浦文雄氏，関根　隆氏

の 4 氏を推薦することになつた。上記の 4 氏の中，日本学術会議に於て，2 氏を選定されるはず，

昭和三十二年十一月二十日　印　刷
昭和三十二年十一月二十五日　発　行

第二十三巻　第七・八号　本号定価 300円
（送料別）

編集兼発行者　松　江　吉　行

東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発　行　所　日本水産学会

東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振　替　口　座　東　京　59529番

印　刷　者　篠　原　収　二

印　刷　所　東海出版印刷株式会社

発　売　所　東海出版印刷株式会社
東京都中野区江古田3の1223
電　話　中　野　(38) 4101・9108

ウノサワ

UIW

主要製品

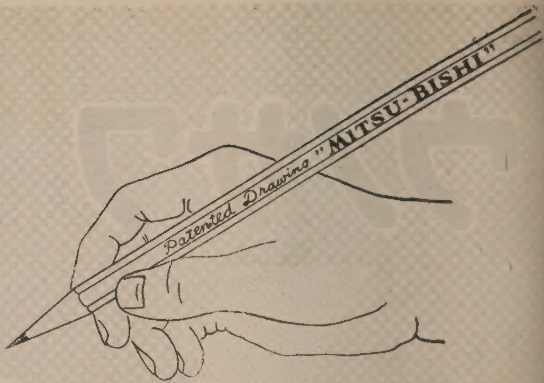
渦巻タービンポンプ
空気ガス圧縮機
真空暖房ポンプ
コンデンセーションポンプ
クランク動各種ポンプ
空気力輸送機
汽動ポンプ
真空ポンプ
ルーツブロワー
ギヤーポンプ

株式会社 宇野沢組鉄工所

本社及渋谷工場　東京都渋谷区山下町62番地
電話　白金(44)2211～4
玉川工場　東京都大田区矢口町945番地
電話　蒲田(73)2406

鉛筆が硬すぎるか、軟らかすぎるか

あなたの　手が
よく知っている



No. 9800 三菱特許製図用鉛筆の精確な14の硬度の中から、その仕事に適した硬さを選んで下さい。
No. 9800 は、すべての条件を完備した製図用の鉛筆です。
6H～6B　14硬度　1本………¥10
製図の専門家用としては、世界的水準を誇るNo. 9000三菱精密製図用鉛筆があります。
9H～6B　17硬度　1本………¥20

三菱鉛筆

KKK の測定器

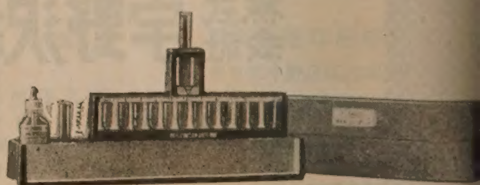


農業技術研究所 相沢技官構成　AZ式簡易水分検定器
北海道水産試験場 黒田技官考案　黒田式塩分及苦汁測定器
TK式恒温水槽用攪拌器
簡易水分測定器（〒全共通摺合せ）
KKK 標準緩衝液　pH 1.0～12.0
KKK 標準規定液　26 種
KKK 海水水素イオン濃度(pH)比色測定器
KKK 水産養殖用水質検定器

理学博士　飯島俊一郎先生御指導
KKK 水素イオン濃度（pH）比色測定器
pH 0.0～12.0　各種組合せ

★

東京都文京区湯島2丁目2番地
株式会社 東　研
電　話　小石川（92）4865



KKK pH パイロット（スライド法）
1号 pH 1.0～12.0；2号 pH 2.0～10.0

光電の方探

全方向
自動直視式



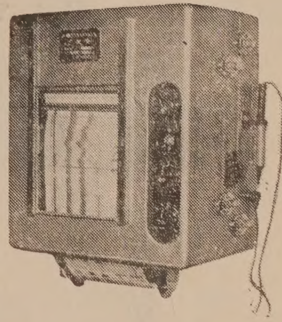
株式會社 光電製作所

東京都品川区上大崎
長者丸 284 の 1
電話 東京(44)1131～7

H型魚群探知機

鮭 鱒 用

底 曳 用

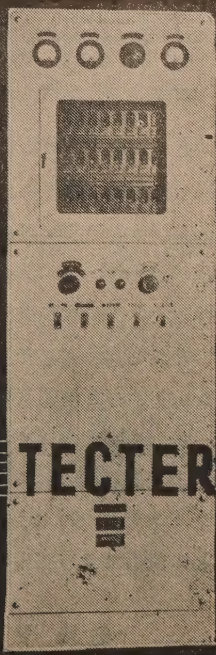


海上電機株式会社

本　社　東京都千代田区神田錦町 1 の 19
電　話　東京 (29) 8181～5
研究所　東京都武蔵野市吉祥寺 1587
電　話　武蔵野 3131・6813
営業所　根室・小樽・八戸・塩釜・新潟・清水・神戸
境・宇和島・下関・福岡・長崎・鹿児島

販売・製造・装備・保守

NOHMI



炭酸瓦斯消火装置
空気式自動報知装置
設計・製作・工事・保守

NOHMI SMOKE DETECTER

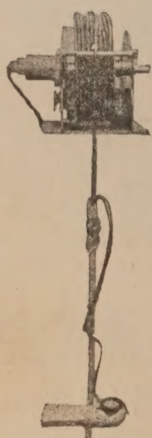
能美防災工業株式会社

営業所　東京都千代田区九段4の13　電話九段(33)代表5181・8307
大阪市福島区堂島大橋北詰　葵大小会館　電話福島(45)直通2784

T.S.K 株式会社 **鶴見精機**

THE TSURUMI SEIKI KOSAKUSHO CO., LTD.

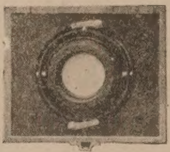
No. 1506, Tsurumi-cho, Tsurumi-ku, YOKOHAMA, JAPAN



A透明度



B透明度



甲板照度



フイルター



透明度指示器

T.S－水中透明度計一組

三重大学水産学部坂本教授指導

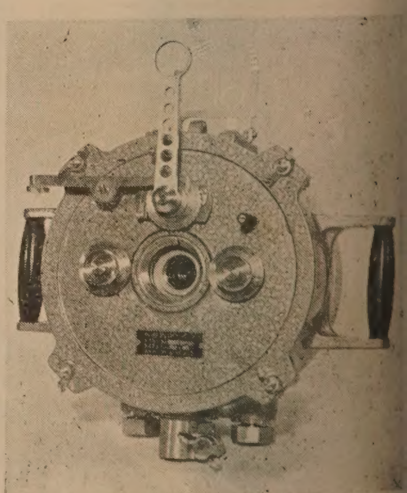
科研·水中カメラ

この水中カメラは直径 22 cm, 高さ 16 cm の円筒形の耐蝕性軽金属の水密ケース内に 35 mm 判カメラおよびその附属部品が納めてあり, 外部より絞り, 距離の調整, フイルムの捲取りならびにシャッター押ボタンの操作が出来るようになつている。

なお必要に応じ光源としてフラッシュガンを備えシャッターと同調して発光させることができる。

またこの水中カメラは懸吊用附属装置を取付けて船上より遠隔制御により撮影することも出来る。重量は空気中で約 7 kg で, 水中では潜水者が容易に使用できる程度の重さ約 0.9 kg になる。

価格 ￥155,000.00



株式会社 科学研究所

東京都文京区駒込上富士前町 31

電話大塚 (94) 1131 ～ 1139
6211 (製品課直通)